



Jean Piaget

总主编 李其维 赵国祥

皮亚杰文集

Collected Works of Jean Piaget

第四卷（下）

本卷主编 丁 芳

河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS

ISBN 978-7-5649-4476-6
9 787564 944766 >
（上、下册）
定价：515.00 元



总主编 李其维 赵国祥

皮亚杰文集

Collected Works of Jean Piaget

（第四卷）

Volume Four

从动作到觉知

——儿童对世界的认知及个体意识发展

（下）

From Action to Cognizance

Children's Cognition of the World and the Development of Individual Consciousness

（Part II）

主　编　丁　芳

副主编　傅丽萍　蔡　丹

河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS
·郑州·

图书在版编目(CIP)数据

皮亚杰文集. 第四卷/李其维,赵国祥总主编;丁芳分卷主编. —郑州:河南大学出版社,2020.9

ISBN 978-7-5649-4476-6

Ⅰ.①皮… Ⅱ.①李… ②赵… ③丁… Ⅲ.①皮亚杰(Piaget, Jean 1896-1980)—文集 Ⅳ.①B84-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 190626 号

责任编辑 董庆超
责任校对 屈琳玉
封面设计 马 龙

出 版 河南大学出版社
地址:郑州市郑东新区商务外环中华大厦 2401 号 邮编:450046
电话:0371-86059701(营销部) 网址:hupress.henu.edu.cn
排 版 郑州市今日文教印制有限公司
印 刷 河南瑞之光印刷股份有限公司
版 次 2020 年 12 月第 1 版 印 次 2020 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印 张 69
字 数 1471 千字 定 价 515.00 元

儿童心理学中的意识问题：意识的发展性变化

〔瑞士〕让·皮亚杰 著
蔡 丹 林 琳 译
李其维 审校

儿童心理学中的意识问题:意识的发展性变化

The Problem of Consciousness in Child Psychology: Developmental Change in Awareness

作　者　Jean Piaget

原载于 *Problems of Consciousness: Transactions of the 4th Conference*, edited by H. A. Abramson, New York, NY: Josiah Macy Jr. Foundation, 1953.

英译者　Edith Meyer

蔡　丹　林　琳　译自英文

李其维　审校

内容提要

本篇文章是皮亚杰在第四届意识问题会议上的一篇讲话，以及在场听众的讨论交流的实录。皮亚杰首先谈论了逻辑必然性的意识；其次，论述了意识的特性及其与运算结构中神经过程的关系；再次，提出把意识应用于情感和意识的初级形态的研究；最后，与会的听众就意识的性质和结构问题提出了大量疑问和看法。讨论涉及的范围包括意识与神经生理的身心平行论或同构论之争、意识是如何发生的、意识是否是某种力的作用等一系列问题，皮亚杰对这些问题进行了回答并与听众进行了交流。

蔡　丹

总目

卷目

儿童心理学中的意识问题:意识的发展性变化[①]

皮亚杰
日内瓦科学院
瑞士日内瓦
索邦大学(巴黎大学前身)
法国巴黎

有两种方法可以分析意识的性质和功能:一种方法是研究最早期或最初级意识的形成,或者关注意识消失或恢复状态。而我们建议的方法——第二种方法是,应该研究意识状态发展中的多样性变化。我们假设,通过检验某些客体指标(例如语言、判断等),发现某个意识状态并没有在特定的发展阶段中出现,但在另一个阶段中出现。我们在此选用该方法,希冀获得意识和生理学机制之间关系的一些线索。

从大量的例子(例如关系意识、价值意识和责任意识等)中,我们选择了一个似乎特别有指导意义,然后也可以泛化的例子来谈,那就是"逻辑必然性的意识"。逻辑必然性的意识能力让个体在某些特定的情况下,认为某些结论是无法避免的必然。

必然性意识

必然性意识大约在7岁时首次出现。解决守恒概念的心理学实验揭示了有趣的关于逻辑必然性的意识。在这些研究中,我们给儿童们展示了以下这种问题:一个全集是否保持不变——如果在知觉结构譬如在形状或布局上发生变化,长度、距离、表面积、容积、物质的数量和重量等在数量级上是否保持不变?

用一个例子就足以说明这个问题:主试让儿童将相同数量的珠子(10－20个)放入

---

① 非常感谢 Edith Meyer 博士将皮亚杰的法文文章翻译成英文,并在大会上担任皮亚杰的口译。

在这篇演讲中,法文的 conscience 在文章特定的内容中将翻译成 awareness 或 consciousness。——英译者注

两个相同形状和大小的玻璃杯(A_1和A_2)中。儿童用一只手将一颗红色的珠子放入A_1中,而用另一只手将一颗蓝色的珠子放入A_2中,一直到珠子被全部分开。然后儿童将A_2中的珠子倒入另一个比其他杯子更高且更窄的玻璃杯B中。然后,问儿童:在B中的蓝色珠子是否和在A_1中的红色珠子一样多?

对这个问题的反应有三种类型,这三种类型代表了三个连续的发展阶段。第一个阶段(阶段Ⅰ)的被试(最年幼的儿童)在这个珠子数量的案例中,不相信总数的守恒。例如,他们说,B玻璃杯比A_1玻璃杯有更多的珠子,因为B更高,或B玻璃杯中的珠子更少,因为它更窄,等等。

在中间阶段(阶段Ⅱ),儿童如果觉得B玻璃杯和A_1玻璃杯并非大不相同,那珠子的数量在两个玻璃杯中是相同的;但是如果两个杯子在大小或形状上差别很大,那么珠子数量不同。即使他们承认守恒,但他们并没有怀着任意情况下的确信感:对他们来说,这是在所有情况中的偶发事件,但并不是必然的。

最后一个阶段(阶段Ⅲ),在大约7岁的时候,儿童不仅承认守恒,而且将其确认为是不证自明的。对于这样一个如此简单的问题,他们会取笑或惊讶地耸耸肩。他们显然意识到A_1和B一样,而且感觉到逻辑的必然性——"这不可能是别的方式"。

我们怎样解释儿童们的这种意识的变化?在阶段Ⅰ和Ⅱ,只有一个关系的意识($B>A_2$,$B<A_2$,或$B=A_2$)和对与错的感觉,但并没有必然性的意识。在阶段Ⅲ,我们突然产生一个意识的新的形式和内容——必然逻辑。这种意识等同于一种约定("它不得不这样"),它主要是由于认知的发展。怎样解释意识的这种现象呢?

儿童们给出的理由有趣地导向了一个清楚的表现,意识到可以代表一个或多或少的一致的"意义系统"。否认守恒的最年幼的儿童,仅仅说道:"B玻璃杯比A_2玻璃杯有更多的珠子,因为B更高。"他们没有给出严格的理由,而仅仅是简单的语句或"读出"知觉的事实。

一旦必然意识出现(必然性,概括化的守恒),三种新的观点揭示了在意识内部的转变。一定会有守恒,因为:(a)没有任何东西被添加或取走;(b)只有形状发生了变化(A_2变成了B),但是你可以像之前那样把珠子放回去(B放回A_2),且表明数量仍保持相同;(c)B玻璃杯不仅更高也更窄,因此,高度的增加补偿了宽度的减少。

这些新的观点中的第一个,不足以解释守恒的必然性。最年幼的儿童也真的知道没有任何东西被添加或取走,尽管如此,他们不相信守恒。我们必须试着去理解为什么同一性(没有添加或取走)只在某个水平变为确信,而非之前的水平。这是因为"同一性"($=0$)不是一个自身就足够的运算。同一性,或更应该说,同一性的运算(0),是任何运算($+X$)及其逆运算($-X$)的产物,即$+X-X=0$。那么,守恒的必然性的主体部分看起来似乎是可逆的。

事实上,观点(b)和(c)明显基于可逆性。观点(b)涉及了简单的可逆性:如果你改变了某物的形状,你也可以将其变回之前的样子。观点(c)的意思是,高度增加了而宽

度减少了，并且这些转变都互相抵消。这里存在两个对立方向转变的结合，所以存在可逆性。如果儿童肯定守恒存在，那么我们可以假定显然出现了可逆性。必然的意识和在这个发展水平的思想结构的转变密切相关，因为结构的变化出现了可逆性。

在阶段Ⅰ和Ⅱ，仍然在本质和特性上处于推理的不可逆：它大部分基于知觉图像。于是，在图像中的任何改变都会修改儿童的预期。那就是为什么在这个水平没有概括化的守恒或"必然的意识"，只有知觉或事实关系的意识，但是还没有这些关系可能转换的任何系统的意识。

然而在阶段Ⅲ，被试不再觉得只有知觉图像是重要的，而从一个图像变成另一个图像显得更重要。人们将这些变化认为是动作的一部分，并且是可逆的动作。这些可逆动作被称为运算。它们能够将一个图像变为另一个，反之亦然。因此，我们可以说，在所有方面的守恒都是由运算的组合产生的。然而，在儿童发展的早期阶段，儿童没有守恒的概念，这是因为儿童的推理还不是可逆的，而是保留在前运算阶段。

似乎，逻辑上必然的意识能最好这样解释：这种意识是某些运算结构的表现，这些结构在7岁或8岁前并不存在。在阶段Ⅲ，这些结构随着思维可逆性的不断进步而推进。运算从来不会单独地发展，它总是在协同系统中发展的。这些系统或运算的结构总是包含某些直接的运算。例如，一个元素加上另一个元素（$A+A_1=B$），相应的，相反的运算为 $B-A_1=A$，以及同一性的运算为 $A-A_1=0$ 等。因为这些结构遵循某些明确的组合规律（如果 $B=A+A_1$，那么 $B-A_1=A$，等等），接着"意识的必然性"就出现了。

我们现在或许可以试着断定，意识是这些运算结构的一部分，以及什么是生理过程的一部分。我们要看一下结论是否能应用到更多的基础结构（规则、格式塔等）中，同时能应用到前运算的结构中。

意识的特性及其与运算结构中神经过程的关系

在我们过去10年对儿童和青少年的心理研究中，我们已经尝试着追踪整个运算结构的发展阶段。这些结构不仅帮助解释意识自身的变化，并且最终与相应的神经结构同构。以上的守恒概念及"意识的必然性"的例子，只是许多例子中的一个。

让我们简单地描述一下已发现的最重要的结构。我们将随后讨论意识的特性以及它们与生理过程的关系。

在12—15岁时，完全成熟的运算结构发展起来了。此时，运算不再仅仅处理像7—12岁儿童的运算那样具体有形的物体或事实，现在运算也能够处理用简单口头命题表达的假设。命题的逻辑使用运算，例如命题之间的蕴含（如果 p 是真的，那么 q 一定是真的），或者不相容（如果 p 是真的，那么 q 一定是假的），或者析取（p 或 q 是真的，或两者都是真的）和其他的。所有的这些运算在十一二岁时变得很明显。他们建立了一

个新的系统，这个系统给予了儿童之前没有的推理能力。这个系统的分析展示了两种紧密地互相关联的结构。

一个是格，带有“结合”和“相遇”的功能，与其特性组合联结。另一个是群，是命题的运算，例如“蕴含”的运算，总是带有相反的运算 N(“非蕴含”)、交互运算 R(p 是 q 的交互运算)和相关的运算 C(交互运算的反向)。加上相同的转换 I，这三个转换组成了一个可变换的组合：

$$CR=N, CN=C, NRC=I$$

这两种结构——格和群，在心理学上是非常重要的，它们有助于解释许多发生于个体意识的转变。

这里另外再举一个有关守恒概念的例子。巴蓓尔·英海尔德(Barbel Inhelder)女士[1,2]通过实验调查了不同年龄的被试在某些物理规则中对归纳法的理解。十四五岁的青少年获得了以下结果：当我们给这些被试展示一个金属球滚动和停止在一个水平面上时，他们解释说，球停止是因为空气摩擦的阻力甚至是因为表面的毛糙等。在此，我们同时有“蕴含”和“析取”。然后几个被试自发地总结道：“如果没有空气的阻力，也没有摩擦或表面毛糙，球将永不停止。”运动守恒的发现与必然意识两者之间的并行发展非常微妙：一种正式的或假设的、演绎的必然意识。人们可以很容易看出这种推理运用了格和群的结构。

7—12 岁，运算的结构更为初级，有分类($A+A_1=B, B+B_1=C$，等等)、顺序排列($A<B<C$，等等)、对应、乘法的矩阵等。那些结构现在很好地定义了组成的规则。它们与那些支配格和群类似，尤其是之前描述群的特征[3]。但是这些结构仍仅是形成半格和不完整的群，使被试带着大量的运算发展，并且到达某一必然意识，就像在关于守恒的基本概念中所描述的那样。然而在这个阶段，结构只是框架，在 12—15 岁之前结构还没有完全细化。

在 7—12 岁运算结构出现之前，一种更简单的前运算结构在更年幼的儿童中被发现。在这个阶段，可逆性刚刚开始出现，还未完全地发展。这样的最初结构被称为“规则”，与以完全可逆性为特征的运算相对应。这些规则可以保证近似正确(approximate correction)。例如，在之前提到过的守恒实验中，五六岁的儿童相信在一个更窄和更高的玻璃杯中有更多的珠子。然而，当玻璃杯变得太高和太窄时，珠子的数量似乎减少了。这是由于其特殊的高度出现的反转错误，由规则导致的补偿，但并不是由运算导致的。

这种结构的顺序表明发展朝着越来越流动(mobility)和可逆的方向。这带来了意识的内容和形式上的改变。然而，必然的意识开始是不存在的，只在后来具体运算阶段出现，最后它变成了完全的必然意识。在这个发展过程中，哪个因素是意识的部分，哪些能被独立地解释，仍有待确定。

我们认为刚刚提及的运算和前运算结构可以通过神经过程很好地加以解释。一般

来说,运算只是内化的行为,这个行为冲动没有发展成为外部的运动。通过本体感觉及新的传出冲动,它们在闭合的回路中仍然保持着协调一致。这样,似乎可能为不依赖于意识的运算的可逆性找到一个神经学机制。甚至,像命题的逻辑那样正式的运算也并非不可能在神经系统中对应。麦卡洛克(McCulloch)和皮茨(Pitts)[4]已经开始描述命题运算的神经网络。如果格和群的结构出现在模仿大脑运转的控制论模型中,它们很可能也会在神经系统的联结中被发现。当然,我们不会宣称这足以假定神经学和运算结构之间是同构的,仍然是规则在人们所熟知的神经学机制中存在并列结构,尤其是反馈有助于我们理解运算可逆性的重要性和一般性意义,它为从规则到运算可逆性的转变提供了线索。这个运算可逆性是我们在心理分析中经常展示的。在一个控制论模型中,反馈仅仅通过估计正确起作用,且仅仅当错误存在时。当获得了一个平衡后,或找到正确的方案后,反馈就被完全可逆性的结构群所替代。

我们假定的所有运算结构的发展都可以由神经学做出因果解释。同样,意识思维的结构总是与神经系统的那些结构同形。那么在这个发展中,意识的角色是什么?为了更好地理解这一带有独特与特定的意识特征,最好抛开物质属性。在物质、能量和它们的物理质量之间物质属性经常混淆,或者接近于此的类比。

意识不是物质,物体质量守恒等原理对意识是不适用的;意识也不是能量,能量守恒的规则不能保留。因此意识不能用生理的过程来解释。意识被看作能量,对我们来说似乎是一个谬误的隐喻。因此,将因果关系的原理运用到意识中没有任何意义,意识的某种状态既不能由生理现象来解释,也不能由另一个意识状态来解释。因果关系的假设出现概念的干扰,如质量、力量、做功、能量和其他的直接与物理世界有关的概念。

然而,意识不是这些东西中的任何一个,它具有非常特定的和原始的、从运算结构的心理分析中变得明显的品质。它们不能被唯物的关系所轻易地解释:意识是依赖意义系统的联结的本源。"逻辑必然性的意识"的例子就是一个很好的特别例子。

在下列的运算中,"逻辑的"或"数学的"必然性到底是什么:如果 $2+2=4$,那么 $4-2=2$?这不是一个因果关系,因为 $2+2$ 不是 4 的原因。加法不是减法的原因,这是一个原因到后果(consequence)的关系。在某些方面,它比因果关系更加稳定,并且从不能被减少一个。而物理是一个有因果关系的科学,数学是完全地基于必然的意识,数学不能被物理的发现或实验所证明,只能通过运算的联结被证明。这些在意识的状态中被表现出来,只需判断这些联结是对还是错。所有的数学运算或许可以用神经结构解释原因,我们相信这是真的。这样的因果关系的定式仍然不能解释像 $2+2=4$ 这样的运算推论的必然性——这个运算包含着不止一个事实的陈述。似乎正好相反,生物化学可以用一致的神经学作为解释工具,而数学却不能以此为终点。这样,试图用神经学解释减少数学必然性的尝试都将会是一个恶性循环。

这里,我们选择"意识的必然性"作为例子来阐释一般情况下意识的状态是怎么样互相联系的。即使在前运算水平,主体的意识状态根本联系不上因果关系。我们之前

描述过，4—5 岁的儿童看见所有的珠子被换入一个更长或更窄的容器中时，会得出结论说，比起之前现在有更多的珠子。在这里，一个更长或更窄的形状的知觉不是判断珠子增加的原因，只有从内在的生理学视角加以解释。只要从这个观点出发，就可以证明导致结果的原因是主体知觉到的信息。由于最初的动作，因此产生大脑皮层活动，最终得到数量不守恒的判断。但是从意识状态的观点来看，知觉并不导致判断，而是其原因，认为是"正确的"判断，跟着就是其结果。从这个角度来说，即使被试还没有达到演绎推理必然性的水平，原因到结果的关系也是存在的。通过扩大"蕴含"这个词的意义，我们因此找到了一个关系，即蕴含是两种意义状态之间的基本关系，然而生理的联结具有因果的关系特征。

在发展的最初阶段中，这些蕴含的关系对生理上与其对应的因果关系没有多大帮助。然而，我们已经发现这导致了逻辑上或数学上的演绎推理的必然性，导致演绎推理科学的构成。这个演绎推理科学的原理让不能通过物理的或生理的思想加以解释的现象得以解释。

把之前的解释应用到情感的和基础的意识形式

到现在为止，我们的思考可能大多关注于智慧问题，而且可能看起来仅仅针对智慧活动。然而，类似的思考不仅可运用于有效的行为，而且也可有效地运用于初级知觉。

情感是由意识组成的价值系统。兴趣可能是儿童的最原始的情感机制。在这种情况下，用克拉帕雷德(Claparède)的话，"兴趣"被定义为"需要的满足"。从生理学的观点来看，兴趣是一个具有因果关系的过程，这个过程用能量的调节描述为：通过兴趣释放得到的能量来促进行动。从意识的观点来看，这意味着某些价值观依附于某些物体、人物或行动。这些价值观没有通过因果关系来确定，而是被蕴含的关系所确定。这里有一个例子：一个儿童可能对画画感兴趣，因此他认为纸是有价值的，否则他将不会在乎张纸。依附于画画的价值(目标的价值)，需要或暗含着依附属于纸张的价值(工具的价值)。这里有一个暗含的关系，而不是因果关系。

在某些水平，情感的价值在类似于思想的运算结构的系统中被组织起来。在早期阶段，价值的规模可能是不稳定的和短暂的；后来，在社会生活和道德规范的压力下，它们变成连贯一致的和永久的。在情感领域，约定意识就如同在认知领域的必然意识。在这个水平，约定感和道德价值产生的评价绝对不是基于因果关系，而更像是基于蕴含关系。生理的或社会的原因机制可以解释情感生活的无意识决定，意识的价值在情感的行为领域显然带有现实性。它处理价值而不是蕴含知识，但它和认知含义的意识一样，是不可简化的、特定的和原始的。因此，情感的和认知的意识是平行的而不是互相对立的。即使它们有区别，意识的这两个方面也从不能被分开。

但是另一个问题又出现了:即使在很初级的情况下,意识是否蕴含而不是因果关系,就像与知觉有关的意识状态那样?似乎是这样的,在知觉以及各个领域中,意识表达了一个意义系统。但是,知觉过程与高级过程之间的最重要的差别在于:在高级的心理过程中,意义与符号化是不同的,符号化附着于各类“信号”(语言等)和/或者“符号”中[5]。但是,在知觉中,意义附着于“线索”,即依附于各自并无差别的符号化标志。线索说到底是被符号化的物体的一个部分或方面。例如,一个10—12个月大的婴儿,可能一定程度上知道怎样去翻转物体,并且理解它们的形状是恒定的。他会反转一个类似的物体,例如他的奶瓶,当把奶瓶的底端错误地倒过来给他时,他会立即反转过来。线索帮助他感知整个物体,即使他只看到其中的一部分。感知到的物体的不同部分,如轮廓等,是相互依存的。从意识的观点来看,正如之前讨论过的,在一个更广泛的意义上,它们接近蕴含的关系。它们可能与由被知觉的生理因素所决定的因果的联结并驾齐驱。

结论:意识的性质与结构

解决意识问题通常有两个可能的途径:其一,意识是由生理现象的结果产生的特殊作用,在这种情况下,心理物理平行论的观点就被排除了;其二,如果个体相信平行论,否认意识是生理现象产生的结果,那么意识不再具有适当的功能,就只能限于一种独立发挥作用的“表达”机制。

儿童思想和道德判断发展的调查结果,会使我们拒绝这两种观点,而转向认同另一个意识问题的解决方案。意识具有原始的和不可替代的作用。基于意识生理过程产生的结果,我们完全可以假设,在意识和神经系统机制的结构之间有一个整体平行主义观(global parallelism),或更好地说属于“同构论”。

意识本质上是一个意义的系统,这个意义的系统可能是认知的(感知觉的、概念的等),或是情感的(一个意动因素的价值观总是蕴含在情感中)。即使它们可能被分开考察,认知和情感两方面的意义也总是相伴随的,没有对方,另一个也不会出现。

“意义(meaning)”这个词总是意味着一个意义象征信号(signifier),这个象征信号或多或少地和意义指代(signified)不同。意义象征信号不同于由“线索”(感觉、知觉等)所决定的指代。不同的意义象征信号可能是由不同的习俗所决定的,如“符号”(语言等)这一例子;或者由类似的意义指导所决定,如“象征”(象征性游戏、模仿等)的例子。在意义象征信号发展的研究中发现,首先出现线索,因为这是基因上更简单的;接着出现的是象征;最后是符号。

意义通过意义指代使系统变得复杂,通常包括认知和情感(价值)两方面。意识问题最重要的一个特点是意义指代从来不会孤立出现,意义指代总是结合在某个系统中,

每一种意义都需要另一种意义来支撑。一种意义与另一种意义之间的关系是什么呢？我们多次表示，意义并不是以因果关系相连的，而是以广泛意义上的蕴含关系相连的：一种无论是知觉的还是概念的关系的发现，总是蕴含着其他的发现；一个价值蕴含着其他的价值。它们不是通过物质因果关系相连，而是通过一种完全不同种类的关系相连。

这种意识蕴含，在孩童时代通过系统的不断进步和精细化而逐渐发展起来。在发展的原始阶段，认知和价值意义组成了系统，这个系统仍不稳定和不一致。在更高的阶段，认知的意义被建构进入组织良好的运算系统（群组、格等）。价值尺度转变成更稳定的结构（有选择地被纳入到道德和社会的价值结构中，这些在情感领域与认知领域的思维运算相等同）。在这个水平，蕴含在智慧领域变成"必要逻辑"，而且在情感领域是"道德上的义务"。意识的特定的和原始的质量在智慧和情感两者中被表达了出来。在智慧方面，意识的蕴含作用是科学的基础，逻辑和数学并非基于物理的因果关系；在情感方面，道德系统不能被降低为因果关系的事实。

那么，我们的问题是找到一个可以理解的，在意识的蕴含和物理生理的因果关系之间的权宜之计。逻辑和数学的基本运算结构让我们相信意识蕴含和物理生理的因果关系之间的同构性。神经系统很好地包含了群组和格，意识在这些地方把结构解释为逻辑上必需的蕴含。那么，意识的作用是什么呢？

在这个方面，物理学可以给心理学启发，物理学总是可以对很多学科给予恩惠。物理科学有两个重要特征：一方面，它依靠实验来揭示物质的规律以及稳定一致的关系；另一方面，它依靠数学的推理。后者提供了一致性和必然性的事实，这一事实使得数学和物理学能够解释实验物理学的结果。实验和推理之间的和谐一致是物理学的神奇之处。物质因果关系和逻辑数学的蕴含，如果从心理学进行类似解释就是，思想的运算结构对应于某种在神经系统中起作用的物理化学结构，也对应于意识的蕴含。在大脑中，我们也有物理的因果关系事实和一个逻辑-数学蕴含的系统。这里唯一的区别是，逻辑学家和数学家对物质的事实进行研究，离开了物质的事实就不用考虑研究。逻辑学家和数学家本身代表意识，其结构与神经系统的部分结构是同构的，形成一致性和逻辑必然性。这里绝非修改或反驳意识的物质因果关系，因为意识解释和补充完整物质因果关系。

弗里蒙特-史密斯（Fremont-Smith）：对我来说，似乎是从一种语言到另一种语言的翻译，为了有效地沟通，不应该尝试给出一种字面上的逐字翻译，而应是这个主题的主要意思的翻译。我认为梅耶（Meyer）博士已经展示出真正的翻译家的能力，并完成了大量卓越的工作。

齐布尔格（Zilboorg）：皮亚杰教授娴熟老练地向我们展现他的思想，显示出他自己是一个有着极好的技巧和经验的老师，我想我说出了大家的想法。我们感激他做了这些和其他很多工作。

美国人被弗洛伊德（Freud）所影响，无论积极的抑或消极的，而且习惯用弗洛伊德

的术语,比如非常频繁地使用“精神心理”或“心理能量”这个术语。我非常同意皮亚杰教授说的,对我们而言,“能量”是一个危险的术语,而且不应该被应用于意识中,能量是不可测量的。精神动力学派弗洛伊德式的传统说法已有半个世纪。当然,正如皮亚杰教授所提出的,弗洛伊德使用“能量”这个术语更多的是作为一个比喻。皮亚杰认为可以比喻性地使用这个术语,但不能将其作为一个科学性的术语来使用,这一点很重要。意识有其独特的发展历史,而且意识本身不能独立于时代或时间。

既然如此,皮亚杰教授提出两个重要的观点:第一,尽管意识具有发展的历史特性,但是皮亚杰主要关注智慧发展史。皮亚杰认为自己不是一个智慧学家,因为情感的发展,同样也适用于特定的发展格式,尤其对于兴趣爱好的表现效果,或者也可以适用于对价值观或道德的表达的问题。当他说到关于道德价值,然后说到价值的发展时,他脑中显然是具有有关价值关系的,而不是价值本身。因为价值是文化的一部分,也是具有重要宗教意义的,我们不能把价值的决定性运用于独立的个体发展之中。

第二点是许多人都持有的态度——因果关系的量尺不能应用于意识中。皮亚杰说,总体是正确的,而且意识本身靠自己不能引起任何的生理过程。我认为这需要一定的澄清,因为你开始思考:意识是器官外的或体外的东西吗?我知道皮亚杰教授的文章,而且我确定他不认为那样,但是他头脑中显然认为意识本身并不原始地产生身体的生理过程;意识现在、过去可能影响他们的事实,并不意味着意识引起生理过程。

弗里蒙特-史密斯:他说意识不介入(intervene),我认为那尤其需要澄清。

齐布尔格:那就是我要说的原因。例如,我现在正在做的事情,在法语中,不是“发言”,而是“介入”。在英语中,如果你认为我正在做的事情是“介入”,那是冒犯的。我想他考虑到的是,意识可能有一些生理的成分在同时发生,但这不是生理过程的原因。

弗里蒙特-史密斯:皮亚杰教授的意思是不是在意识和生理过程之间有一个连续不断参与的互动,或者他就是认为只是身心平行论?我认为这的确需要澄清。

齐布尔格:基于我对皮亚杰教授总体上的认识,而且不仅是基于他所说的,我认为他根本不是一个生理心理学中持身心平行论的代表。但是我们应该澄清,因为如果这是生理心理学的身心平行论的一个问题,应该就这个问题讨论。

他指出了一个有趣的问题,一方面,只有觉醒才能出现意识状态,另一方面也在他提出蕴含的态度之中。我觉得皮亚杰这层意思非常重要,因为它揭示了弗洛伊德思想的观点——存在着主要的过程,与之对立的过程肩并肩并行而没有互相阻碍,两者没有矛盾。这一主要的过程缺失了时间概念,缺乏逻辑,是所有精神成分的绝对混合物。他指出,在7岁逻辑必然性出现之前,似乎这个主要的过程在儿童中占据支配地位。这是最重要的事实,因为根据弗洛伊德所说的,这个主要的过程在更早的时间就结束了。但是弗洛伊德并没有任何的实验数据。7岁这个年龄应该是很重要的,因为这证实了弗洛伊德更早期的假设——从《俄狄浦斯情结》这篇文章中,客体关系在7岁的时候开始。在那时,逻辑的必然性和个人对环境中事物的态度的结构化,变得尤其重要。既然如

此，逻辑似乎在后期得以发展，在 7—12 岁的儿童中出现，这一切都是理解能力的基础，并非是逻辑的全貌。

我想请皮亚杰教授进一步说明他所说的"划分"的过程。对儿童来说，部分的事物可能暗示着全部，正如少许色彩包含了整个过程。如何解释这个特别的心理状态？这也许是不对的，但确实存在，它就是一种心理状态。这并不复杂，但又很难懂。尽管无法处理复杂的现象，但是在某些时候却以某种方式得到结论。这种态度的最根本的源头是什么呢？这是儿童的本质特征吗，或者说这是儿童的能力吗？在年龄非常小的早期，就去吸收其环境的影响——文化的及意外的——然后尽管还没有成熟发展，但已经找到问题解决的捷径？是否有一些其他的原因产生这种对我而言是超越逻辑过程的创造性的？后来，逻辑变得屈从于这个特定的直觉或思考的直接过程。我想这些问题应该要澄清。

霍格兰(Hoagland)：我对于意识到生理过程的关系这个核心问题感到困惑，因为意识对我来说似乎一定是偶发现象(epiphenomenon)——是生理行为不具有因果关系的副产品——或者肯定与调节和控制他们的物理事件有一些相互作用。这些选择之间似乎没有中间点。假设说，意识扮演着麦克斯韦(Maxwell)现象，但是这不能令我满意。我想有这个观点的更进一步的例证，这对我来说似乎非常重要。意识是不是一种诱发机制，这个机制以超越我们生理过程的现有知识的方式来影响行为，或者意识只是一个复杂的事件系列中的一种看法，在这个事件系列中，生理的、物理的和能量的方面是一个属性，而意识又是另一个属性？它们是同一件事物的两面吗？

帕森斯(Parsons)：似乎对我来说，关于意识和其他心理过程之间的关系，皮亚杰教授让我们着实心存悬念，而且我希望他会更详细些解释他的观点。有时，我感觉到，他认为意识和心理状态是独立于生理的。但是我好奇的是，他的观点得到一个公式，这第三种公式与前面霍格兰博士说过的两种可能性有多接近？刚才霍格兰的两种可能性就是说，意识既不是一个偶发现象，其本身也不是一个系统，意识是某一种系统的一个属性。这个系统以某种程度存在，意识存在于该系统的某些状态中。这就从整体上带来一个问题：假设意识作为一个实体，这个实体与某种独立于这个过程存在的实体相距多远？从某种意义上来说，这可能是这一实体过程的一种表现。

所有的这些问题带来一个更大的问题。对动机如何解决与意识有关的问题仍然令我不甚满意。正如动机经常在心理学中被使用的那样，对皮亚杰教授来说，动机是否只是能量的另一个同义词？是不是皮亚杰提出的同一个能量运用的物体的概念，以此作为联系应用到任何动机的概念中？如果不是，他如何从能量概念的使用的客体特征中分辨充分使用的动机概念呢？

而且就传统的思想而言，尤其是欧洲的思想，我有个忧虑，他所说的，正糟糕地让我不得不重新思考我过去认为的思想的理想化模式，这将会给我带来之前思想的彻底瓦解——我的意思是，概念上的瓦解——关于意义、含义、蕴含等的水平，还有行为的经验

的过程。在我看来,行为理论将这些概念放在一起是极其困难的问题。我想我自己的学习倾向于弗洛伊德的传统,同时对弗洛伊德某些具体公式,还有对目前有关如何弥补差距的问题的理论有所保留。我认为,弗洛伊德传统严重忽视了智慧过程和成果的结构的分析,同时过分强烈地重视情感,这无疑体现在许多方面,这需要达到一种平衡。这里,我表达的几个观点,我希望在它们之间有一些联系。

皮亚杰:讨论的核心问题似乎是意识和心理活动的关系。不是所有的心理活动都是有意识的,有很多是无意识的。比如,我们不知道假设在哪里出现,它们突然就在那里了。我们不知道假设是怎样形成的。然而,假设的验证是一个非常特别的意识作用,需要大量意识参与的心理活动。因此,在心理活动中,有特定的属于意识的,有一些属于无意识的——属于生理范围的部分。我们还不知道所有这些是怎样工作的,这是一个很大的谜。我们整体地描述它,但是我们不知道其潜在的过程。心理活动带来生理过程,这个生理过程与其余的有机体相互作用,而意识只是这个心理活动的一部分。

我认为如果用结构这个术语会非常有用地说明问题,因为不需要决定一个先验假设——什么是生理的或者什么是意识的部分,只是中立地描述过程的术语。用生理的术语描述的心理活动有点像能量,描述的术语仍然仅仅是相近的术语。意识包含的东西更多,而且也不同。

回应帕森斯博士的关于在所有这些问题中的动机的作用问题,我觉得要讨论两个不同的问题。比如,在一个道德的评判中,意识部分具有一个价值体系。那么,很显然,因为这个价值体系带有心理活动的某个行为朝向何方,这是完全不可知的,而且只要生理学没有给我们答案,将会一直是个谜。一方面生理过程的研究,另一方面意识的研究,从中心理活动最终会让人备受启发。关于结构的研究正在尝试这一工作。但直到那个时刻的到来,恐怕我们可能要继续怀着不确定性,而且只能暂时假定这样的表达。

关于帕森斯博士对于欧洲的理想主义的评论,我没有太过惊讶,因为我知道我的言论可能听起来是理想主义的,但是我的方式绝对不是那样。我认为,这只是语言使用中的差异问题。只要你认为运算是内化的行为,就不会有一个理想主义体系的问题。我的观点强调连续不断的相互作用——一边是个体,另一边是客体世界,两者之间相互作用,运算是这个相互作用的建构。这个观点看起来似乎与旧的理想主义相矛盾。

我想要评论的最后一个观点是齐布尔格博士提出的问题:心理运算从根本上来说是本质的(constitutional)还是社会的,它们的关系是什么?显然两者都是,而且还不仅如此。在所有的心理活动中,一定有一个本质的成分,而且也有实践的成分。这个实践的成分来自个体与环境的即时接触,这包含很重要的社会文化因素。这三者是一定存在的,特别是,逻辑运算若没有社会-文化的影响,将是无法想象的。大脑给出了某个可能性的系统,但是只有外部世界的特定条件才能实现这些可能性。

马尤(Mailloux)神父:我想要提出关于意识的独特性的问题。在法国心理学的大背景下,在我看来不可能独立于另外两个概念来考虑意识的概念,亦即“自我”或“客体

我(me)"的概念,以及"主体我(I)"这个概念。可能盎格鲁-撒克逊的心理学家并没有意识到这个区别。"自我"或"客体我"这个概念看起来似乎主要是早期认同和社会化过程的一个产物,而"主体我"这个概念似乎是一个后来获得的概念。通常地,儿童说"客体我做了那个"或"客体我有那个",很久之后,他才使用"主题我(I)"或"je"(法语)这个词。那么,很可能地,在心理活动中,"主体我"这个概念恰逢自主的出现,这个自主是意识独特性的基础。

我不知道皮亚杰教授是否答应解释一下,正如通常被理解的自我的概念和前概念过程之间的联系,以及"主体我"的概念和逻辑必然性的知觉过程,或证据的知觉获得之间的联系。显然,这得以个人在发展自己的观点和概念时变得自主为前提。

格林克(Grinker):听你们说这主要是一个法语的概念时,我的爱国主义上升了。我认为是乔治·米德(George Mead)博士在芝加哥首次谈论了关于"客体自我(me-ness)"和"主体自我(I-ness)"。

皮亚杰:意识的发展先于"主体自我"意识的发展。

马尤神父:"主体自我"更加社会化。

凯蒂(Kety):皮亚杰教授表明,他不认为意识是一种阻碍生理过程的能量或力量。现在,我想试着将这个观点与弗洛伊德的精神动力的概念调和起来。或许,允许外行人偶尔解读弗洛伊德。像弗洛伊德这样的人,看到的不是树,而是森林。

弗洛伊德的重要贡献是假设我们之前自由联想到的实际上是我们过去经验的作用,这些过去经验保存在无意识中。对我来说,这是过去经验留下深刻印象的大脑某个作用方面的指向(designation)。对精神动力的解释或许是真正的心理能量,这个能量进入到突触传递和神经元间的相互作用中,目前它缺少一个更好的定义,我们可能将其指定为精神动力。例如,在一个自动控制系统(automatic control system)中,我们可能认为存在某个以目标为导向的"驱动"。尽管我们可能意识到,从根本上来说,这个驱动力是机械的或电力的能量,然而,我们也很方便将其表示为精神动力或驱动力。因为在那里,我们拥有整套功能概念,而不仅仅是一系列在整个系统中分散的小能量。我不是想要暗示精神动力就在某个地方,或者精神动力在某个地方运行。精神动力是生物化学和生物物理学发生着改变的整体,具有指向性,是通过先前经验产生的物理化学痕迹,而非通过没有因果作用的意识。

无论我们是否接受这一事实,行为最终是由神经元彼此间的运算来获得的,最后终结于自我神经元(myoneuronal)联结的激活。我不知道意识在这个物理事件链中的什么地方能够插入干预。我不明白意识在哪里进入突触以及产生作用的方式。

巴里(Barry):皮亚杰教授之前说过,有理由相信,在意识蕴含和物理因果关系之间存在同型性。有时,他使用"身心平衡论的观点"来粗略地作为"同型性"的近义词。我们的理解是,如果我们要知道更多的生理学,那也许我们就应该理解心理活动和意识。

我想要进一步澄清:这个关系到底是什么?身心平衡意味着什么?在意识和生理

之间没有因果关系的证据是什么？皮亚杰博士是否可能给出一些具体的例子呢？就我个人而言，我更喜欢具体的案例。我想，在这个阶段，无论弗洛伊德或其他任何人的结论多么有趣和吸引人，我们更应该实事求是并得出我们自己的结论。我们要想一想，而不是试着把想法用弗洛伊德或其他任何人的已有理论来套。

格林克：可能一个胚胎学家可以告诉我们，这是怎样与科吉尔(Coghill)的陈述相符的。科吉尔认为，所有的生物结构，在机体的任何水平上，无论它是一个细胞、一组细胞还是一个高度进化的大脑，都有结构、作用和心理状态的属性，而且那个心理状态并不遵从时间和空间的维度，而是在结构和功能之外。

皮亚杰：回到同型性和身心平衡的问题——平衡不仅仅是原子上的；系列中的某个元素接触另一个元素；同型性的说法根据灵活性；不同的系统中的各个点在关系网络中相遇，但并不是点对点相遇。这可能就是平行论和同型性的不同之处。

要找到例子是很困难的。迄今为止，我仅仅在知觉的领域找到了例子，这是目前我正在加强研究的领域。在某些知觉规律中，同型性是很明显的。我特别关注视错觉，而且发现，在某些规律中有些图像的要素扩大，而有些却缩小。我在这里所作说明的意图是，一方面，同构化了在视网膜和外界活动的某些系统之间的相互关系；另一方面，知觉水平远远超过这样的相互关系。

再作一次总结，比起以往的身心平衡论，同质的关系更灵活，以往身心平衡的观点需要系统点对点的接触。

赖特(Wright)：我觉得我快看不清目前提出这些观点中最重要的观点了，至少在蕴含这个问题上，与皮亚杰教授的发言中翻译使用的蕴含的意思有差别。齐布尔格博士跟我交谈时，他谈论过这个问题，认为皮亚杰教授的蕴含是就发展水平或年龄水平而言的。皮亚杰所说的具有明显、绝对的年龄水平。我觉得有个小问题，孩童的心理发展确实与年龄水平有关，孩童以这样或那样的方式在心理上有效地发展，明显到达一个阶段，又跨越一个阶段。毫无疑问，一个儿童在心理发展的过程中，一定要经历与外界的事物和人的各种各样的关系。

我对于使用“身心平衡”这个术语比较犹豫，但是我想，皮亚杰的研究发现和耗费时间的发展阶段之间，至少存在一种不确定的相关性，儿童与外界的事物和人发生联系并发展。比起在这些会议中提出的更具有假设性和概括性的问题，这个问题是不是不那么切题？

米德(Mead)：如果我们要讨论皮亚杰教授的讲话，我想有必要澄清几个观点。举个例子，有两组儿童，其中一组是在瑞士长大的瑞士儿童，另一组是在新几内亚长大的原住儿童。两组儿童都有与父亲、母亲和兄弟姐妹的相互关系的经验，同时也具有有组织的语言和社会结构。他们学习各种各样的东西，包括控制他们自己的行为；他们有行为动作的自由，而且可能繁衍后代，掌管自己的生活。从这个意义而言，他们都到达了成熟水平。

但是，在那个发展的过程中，他们中的一组人在经验和训练的过程中接受了逻辑思维的系统，正如皮亚杰教授描述的数学问题的例子。另一组人却从来没遇到过任何能够数数超过 24 的人，没有人认为有必要数数超过 24，也没有遇到过有一个思维行为获得发展和复杂的人。

我认为我们需要弄明白：皮亚杰教授是否设想所有人生来就具有把这些结构发展到可以使用的水平？那就是说，新几内亚的原住儿童在 12 岁后能否发展到某个水平，神经生理的同型性能否让他们可能足以应对遇到的逻辑结构？或者是否可以假设神经生理的同型性会随着逻辑能力的训练继续发展？从不可逆性和医学角度来看，12 岁的瑞士儿童会变得在结构上与 12 岁的新几内亚儿童不同。

因此，在我看来，这是一个非常清晰的问题：这些结构在每个个体中可以自主地发展到什么程度？当然，其中伴随着个体差异——假设社会刺激足以使个人发展。或者说，他们是否必须像那组瑞士儿童接受的训练那样，点对点地发展？

赖特：我认为米德博士的观点非常重要，但与我想要表达的观点并不一致。

皮亚杰：首先回答关于年龄水平的问题，我想说年龄带有明显的随意性。比年龄更重要的是阶段演替的顺序，这个演替总是相同的。比如，前运算阶段从来不会在具体运算阶段之后出现。

赖特：年龄带有近似性。

皮亚杰：对的。

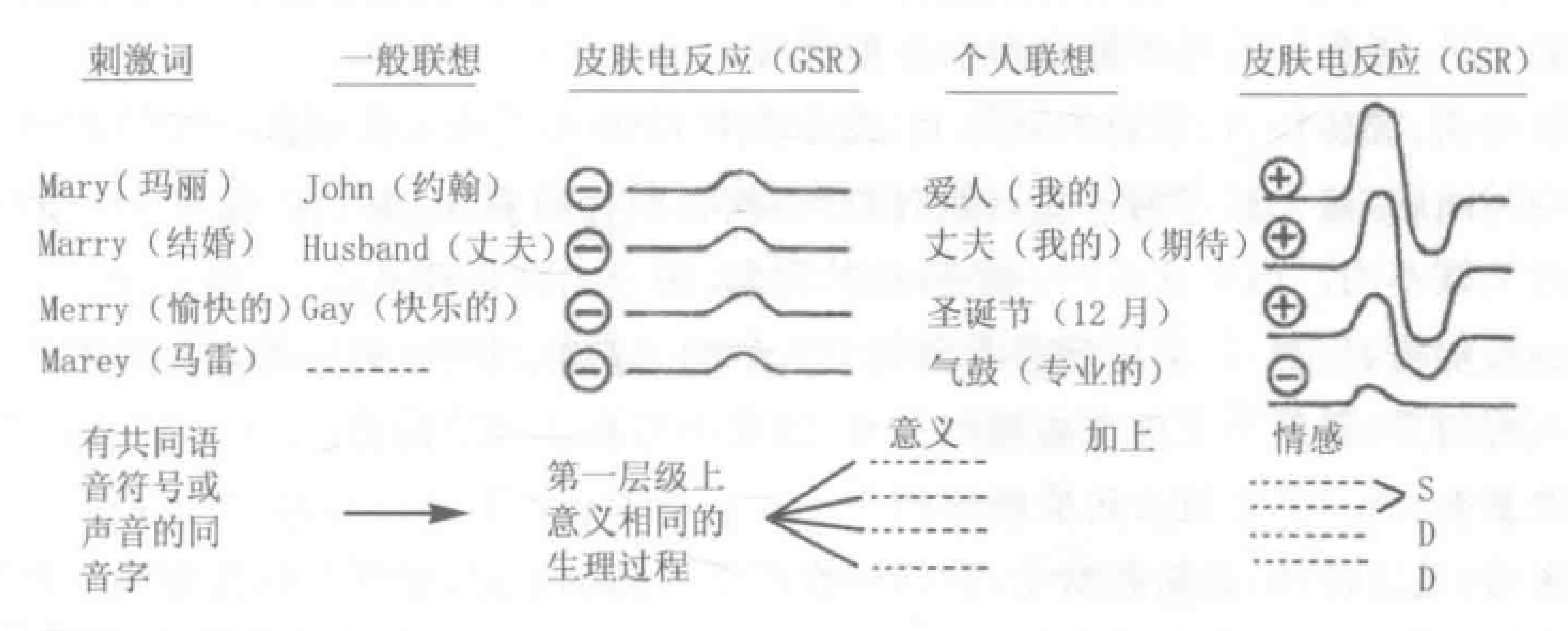
赖特：但过程相同。

皮亚杰：此外，关于米德博士的问题，环境不会改变这些运算演替的顺序，但是环境能够加速、减缓甚至完全地阻碍进一步的发展。正如你提到的，有些文化部落远低于这些逻辑推理的水平，甚至有的种族从没有到达具体运算的阶段。如果你把出生于那种文化背景的个体，放到另一个环境中，他无疑将获得他的新环境的逻辑形式。

如果可以把一个在这个前逻辑群体中已经发展到 12 岁的水平的个体，放到一个具有更复杂的思维形式的环境中，会发生什么？关于这个问题只能预测其各种情况的概率了，因为我们还没有做这个实验。可能将有一个范围，在这个范围内某些发展仍将是可能的；但是在 12 岁之前已经获得的经验可能将会干扰未来的发展。

林斯利(Lindsley)：就皮亚杰教授所说的而言，我在想，如果你做一个联想测试，会发生什么，例如使用一些同音异义词，如 Mary、Marry、Merry 和 Marey，它们都由相同的音标来表示，因此提供了相同的听觉刺激模式。你会找到共有的联系，例如 Mary-John、Marry-Husband、Merry-Gay，可能对 Marey 没有回应，至少不是其技术上的联系，即 Marey-tambour。在所有这些中，下图显示的(Marey 的)皮肤电反应是最弱的。但是，假设当特定刺激词语被展示时，个人的含义正好符合一个特定个体，那么皮肤电反应(GSR)将会明显地增强，正如图中所示。因此，时间的功能以及个人特定的意识在我看来，如果 Mary 恰巧是 John 的爱人，而 John 恰巧是被试，那么我们将会得到一个

非常强的反应,我们通常都会这样。如果 Mary 恰巧预期很快就要结婚,她也会有一个明显的反应,因为他现在是"我的丈夫"。如果现在恰巧是 12 月,而 Merry 这个词暗示着圣诞节,它也会有一个明显的效果和一个生理的反应。然而,如果某人熟悉马雷气鼓,可能没有大的情感价值,结果是只有一个弱的皮肤电反应。



对某些同音异义词假设联想反应和皮肤电反应

我的疑问是,这些同音异义词或者相同的音标,并不意味着因为有相同的听觉和感觉而在皮层主要区域产生相同的生理反应;否则的话,所有同音异义词的问题都会相同地表征为最基础层面的意义。但是如果要超越那个最基础层面,一旦涉及听觉皮层的区域(或可能也同样在其他的感觉区域)的精细加工和联系,由于有着不同的细胞集合和集结的发生,所以我预期会产生弥散性的生理过程。在不同的时间点给某个被试呈现刺激词,被试回应这个刺激词语有赖于他的不同的经验背景。对被试来说,在任何特定时刻,这个特定的声音或许会有着不同的情感意义或含义。

我在图的底部标明,平常的声音刺激,或者同音异义词,是怎么样在听觉通道中引起同样的生理反应。但是这个意义可能又是怎么样分离的,而且效果是怎么样相同或不同的?不同的意义并不必然导致不同的皮肤电反应,但是意义加上情感可能导致在皮肤电反应上巨大的不同。那是否可以帮助我们,以一种非常具体的方式思考——意识是否与语言符号平行运作,或者是否有一个与意识相关联的连续不断的互动?

格林克:各行之间的空间表明了什么?

林斯利:某些情况下意义与情感是有联系的,而且我假设,正如举的那个例子那样,不同的反应具有不同的情感。

皮亚杰:这是互动吗,或者这是同型性的展现吗?

林斯利:那正是我感到困惑的地方,我不确定。我认为有互动的可能,但是在我看来,这当然不是一个一对一的互动。

皮亚杰:我看不见直接的关系,我不知道图中的第三列怎么样立即产生生理反应。

林斯利:这很明显就发生了。

齐布尔格:你回答了这个问题,但是你回答得太简单,所以有点产生混淆而没有澄

清。你所谈论的两个反应都极易可能引起强烈的情感反应。其中之一是将要结婚的爱人。这里,你介绍的不仅仅是意识的原则,还是一个自然的强烈的情感反应。你的生理反应也通过情感的支配而发生,而不仅仅通过意识的程度,因为你可能是有意识的或是无意识的。根据皮亚杰教授的观点,意识本身并不产生这种生理过程。但是我认为,他会同意的是,强烈的情感可能会影响生理反应。

林斯利:我相信,在意识的问题上,皮亚杰教授带入了意义的因素。在约翰结婚前的一段时间内,这个刺激词可能对他有特殊意义;然而在其他的时间,这个词可能对他来说意义就不同。但是这是同一个听觉的刺激、同一个语言符号。

齐布尔格:是的,但是你现在看到的个人的意义是受到情感制约的。如果他和他的妻子不再相爱,仍然与之前有相同的意义,但是不会有之前的情感。

皮亚杰:意义具有过去历史的作用。

米德:是这样的,林斯利博士,我认为你的图太简单了,似乎没有抓住皮亚杰教授想要表达的具体观点。你知道坎特里尔团队[6]一直在做的关于父母图像失真的实验吗?我认为那是他正在考虑的某一种同型性。

如果给一个人呈现他的爱人、他的母亲、他没有娶的女孩和他的岳母的名字的组合和另一个有相同特性的组合,然后测量这个组合获得的反应的模式,并且把这些反应进行排序,那结果可能会更接近皮亚杰教授所说的。你不觉得吗?

赖特:有没有人知道情感支配是什么,而且其本质是什么?

林斯利:我们从生理的过程开始,对某些词而言又可能以相似的生理过程结束。但是在这中间,一定有一个独立的生理过程。在这个生理过程中,意义和情感间出现同型性,但在最后,可能会也可能不会产生具体性和同一性。

帕森斯:正如行为那样,生理过程也是有组织的和受约束的。条件作用的过程可以证明,或者你有其他的名称描述这个过程,建立起一个对应于生理过程的控制系统,这个生理过程的功能等同于行为的控制。毕竟,言语过程是一个生理过程,但是,更有智慧地说,必须使得这个过程更加准确地被控制。

林斯利:尽管没有确凿的证据,但就大部分人的感受而言,任何特定的反馈,哪怕是相同的反馈,也未必是由同一个神经系统来调节的。换言之,可能有替换的细胞群或替换的神经元的组合来满足同一个功能。

布雷热(Brazier):我或许会误解皮亚杰教授的观点,但我认为,他提出了结构化的关系,并且赞同神经网络的假设。在林斯利博士假设的情况下,该观点会认为,不同的个人尽管具有相同的输入,但会进入到不同的神经网络,从而与那些网络中的与个人过去经验相联系的神经冲动痕迹相联系。这将产生与生理有关的联系。结果是,神经网络以某种方式被先前的经验激活,就会产生一个行为反应,例如可能的皮肤反射。

在世界各地的各种实验室中,研究者进行了实际实验研究,支持了与生理有关的联系,尽管我感到这些支持证据并非关键。例如,怀尔德·彭菲尔德(Wilder Penfield)博

士向我介绍过一组非常有趣的实验。这些研究有些还未发表，最早在麦吉尔大学开始，现正在芝加哥大学的心理学院中继续进行，研究关注动物的痛性刺激。研究员罗纳德·梅尔扎克(Ronald Melzack)尽其所能地保护新生小狗免受任何痛苦的刺激。小狗被放在有衬垫的笼子里，与其他的狗隔离，这样的状态一直持续到动物成熟。然后研究者对小狗施加了痛苦的实验，给予它们一个对普通动物而言会产生一个巨大反应的刺激。然而，在这个案例中，除一开始的一个惊吓以外，他未能得到任何反应；接着反复试验，也没有任何反应。然而，伴随着非常高强度的电击，狗会有号叫。但是他们发现，只有在大量的试验后，狗才习得对产生痛觉的刺激的回避。

彭菲尔德博士说，这次待在实验室中的经历非常不愉快，因为对于普通的观察者来说，测试看起来非常残酷。但是，用其他方式，他们不能从动物中得到任何的反应，如在鼻子上燃烧东西、插针和掐等。有研究报告一个黑猩猩具有相似的缺少回避痛觉刺激的反应。研究者以最少的身体刺激养育这个黑猩猩。如果严重刺痛这个动物，却仅仅可能得到一些代表着愉快的反应。从我们的概念推断，在这些动物中，与痛苦刺激相联系的网络从未被真正地激活过。

这个与赫布(Hebb)[7]关于老鼠的研究和瑞森(Riesen)[8]关于在黑暗中养育长大的黑猩猩的研究有一些类似。没有人以任何的方式干预它们视觉系统的生理结构。但是，如果它们在黑暗中长大，当它们第一次暴露在光亮中时，它们就无法使用视觉经验。

关于人类也有一些同样的信息。有先天性白内障的患者成人后进行手术摘除[9]后，在使用新的视力经验时具有困难，因为他们根本无法扫视整个屋子。如果有一个人坐在房间一头，并且可以观察到他们，他们就感到非常惊讶。由于他们的手术，他们未能辨认出他们见过多次的人，例如他们的医生和护士。病人有时候需要花费一年的时间去学习怎么样充分地使用他们的视觉系统。

另外还有一个实验场景的例子，我相信你一定很熟悉：约翰·杨(John Young)关于章鱼的实验[10]。在这个实验的例子中，他把研究的发现认为是学习。他训练动物在自然环境中觅食，但如果在一个白色方格的背景下，就不要去觅食，因为动物会从那里遭到一个电击。他可以非常快地教会动物，如果向它们呈现一个白色的方格，就不要去捕抓蟹。他之所以使用章鱼，是因为在解剖学结构上，他发现章鱼的头脑中有一个神经回路。他做了两个观察：一个是，如果他切断回路通道，保持动物直接的视觉系统完好无损，那么这个动物就学不会去回避在白色方格中的螃蟹。另一个是，他也发现，在之前学习过这一点的动物中，如果他切断回路通道，让动物的直接视觉系统完好无损的话，在一个有白色方格的蟹和一个没有白色方格的蟹之间，动物的辨别力也同样丧失。我谈论动物的行为和一个完整的回路通道之间的关系的意义在于，就解剖学上而言，杨将这些解释为回路通道的作用。在这个案例中，我并非想要谈论回路网络的概念，而是想说，从解剖学来说确实存在一个回路。

有人想要一些例子。我不知道上面所说的研究例子是不是大家需要的，或者与皮

亚杰教授所说的是否同一个问题——他刚才提到神经元网络，以他的概念来说可能具有同型性。

巴里：动物是否对触觉刺激和疼痛不敏感呢？

布雷热：据我所知，只是对疼痛不敏感。

赖特：B和C神经纤维传导疼痛吗？

布雷热：因为疼痛是一个神经中枢的现象，传入纤维的大小对此会不会有影响？

赖特：布雷热博士，那这个工作一定要具有非常强的综合性，而且在技术上要非常精准。

格林克：因为我们似乎对意识和生理系统之间的关系的问题比较关注，而且同构与平行这个问题仍然令人十分困惑，所以我想介绍一个可能关注这个争论的看法。在我看来，如果观察中枢神经系统的进化时会发现，长回路意味着朝向更高水平持续的发展，那就让有机体不再束缚于受到的刺激。它以一种反射的方式受限，但是随着越来越多的反射回路系统的发展，它能够经受更多的延迟。心理能力似乎在改变和发展。行为越是直接，心理状态越少，出现有组织的意识的程度就越弱。

我自己的经验不是观察发展这一领域，而是与行动模式相联系的意识的变化，是因为意识的组织阶段遭到破坏。在我看来，我们观察极度焦虑的人们，他们被迫从事高强度的活动，到了神游的状态，在这种状态中，整个有机体似乎处于大量的运动之中，外部行为占据了主导地位，而意识活动减少。同样地，我们看到，尽管意识活动减少了，记忆是存在的，因为在动作平息下来后，这些行为阶段的经验可能会得以恢复。有案例报告显示，降低行为的模式出现，会阻碍大量行为的模式，在这个过程中，意识增加了。

我在想，我们是否不能将意识作为另一种长回路的形式或行为的延迟来探讨？而且在一定意义上，它是否可能被定义为之前或之后的行为，一个行为的先兆或后续影响？同时，在发展的阶段，儿童越是能够限制和控制行为，他就越具有发展意识系统的能力。因此，当一个儿童首次获得触觉的印象，学会怎样去处理问题，以及与外界事物发生了密切接触的时候，他还没发展到最终可能要达到的那个意识的程度。只有当他学习控制动作或延迟行为时，他才可能达到一个更高的意识水平。我想，语言的发展可以采用相同的分析；亦即，当儿童的运动行为模式能够被抑制时，他的言语水平更高。

接下来的问题似乎是，意识发展的现象紧随着个体的神经功能的复杂模式的进化与发展。人类意识的下降伴随着神经功能产生阻碍。但是一旦意识系统达到了一定的水平，即使它的组织似乎暂时地被干扰了，比如经常发生于日常的睡眠中，在病理的昏迷状态，或者在如胰岛素休克的治疗过程中，意识仍然得以保留。哪怕消失了某些片段，他仍能够恢复之前所达到的组织状态。一旦意识变成了一个有组织的系统，它就能进一步发展，而独立于中枢神经系统的规律和现象。这一点皮亚杰教授已经奉献了毕生精力进行观察研究。换言之，意识的发展和功能的实现离不开中枢神经系统，而一旦意识达到某一个水平，即使意识仍然依赖于一个健全运作的神经系统的存在，且在这个

意义上,意识与神经系统相交错,它也能够作为一个系统,通过自身的机制而被加以研究,这是独立于神经心理的概念。如果我们讨论一下这些观点,或许可以帮助我们厘清神经生理学和心理学之间的关系。

皮亚杰:关于第一点,同构与平行的问题仍未非常清晰,理论上来说,这是对的。但是在现实中,比起 30 年前,如今研究者对于同构的概念变得更可接受,这尤其要归功于控制论模型。计算机器和其他设备把所有机械的模型都以数学的和逻辑的公式加以描述。

关于第二点,这很显然,动作越多,意识越少,而且一旦意识发展到行为能够被内化的程度,就会有更少的动作输出。

关于第三点,意识是否能够独立于生理的结构,在一个更高的发展水平被保持呢?对于未知世界,尽管我们只能进行一定的推理,但我对此表示怀疑,至今还没有一个研究或分析单单关注意识领域的机制。对于意识如何发挥功能,这显然可能有很多解释。人们将怎样解决这个疑问,是关乎选择的问题。我选择的解释似乎在假设中看起来最经济,因为我个人更喜欢采用假设尽可能少的系统。

艾布拉姆森(Abramson):霍格兰博士曾提问:神经网络(或无论你想要怎样命名它们)如何与意识体系占据了同等重要的位置,如果两者之间没有一个直接的联系,它们怎样能够运作?他指出,这个联系可能是一种麦克斯韦现象作用于一个诱发的机制。如果假设意识参与,我们就要找到意识有效参与的途径,而不必想方设法弄清意识是否真的参与。我非常怀疑将在某个结构中发挥作用的意识进行理论的形象化,意识的探讨是抽象的,事实上没有力量(force)。在有关意识的探讨中,我们采用了像交错的"网络"这样的术语,这是作为抽象概念,并没有直接的物理力量。考虑再三,我使用"力量"这个词,因为谈论能量(energy)这个词很复杂。例如,皮亚杰教授曾说过,意识并非能量,并不具有能量的守恒,因为意识的能量无法测量。如果我要把意识作为一种活动的话,那我并不同意能量无法测量意味着它不是意识整体的一部分。假如我说意识没有展现心理活动的力量,而不是说意识不是一种能量,你们对此感受如何?你们是否会说,意识没有影响活动的心理运动力量吗?如果你说没有影响我们活动的心理运动力量,那么我将会接受这样一个观点——意识并不一定与人们自己定义和限制的能量转化相联系。但是如果你说意识是一种麦克斯韦现象,或一个诱发机制,或一个网络,我相信你肯定要说,心理运动的力量从根本上来说是包含在内的,而无论想要如何远离抽象,从而达到回避困难的目的。对我来说,认为其中包含了运动的能量这一观点显得更为简单,原因如下:如果你看到一个苹果从树上掉下来,就会去寻找某种力量。随着重力的发现,我们找到了一个解释,这个解释一开始是模糊并难以捉摸的,这正如尝试用能量来描述意识那样。我觉得,即使意识不是"能量",但是"网络"的运作是通过运动的能量来获得的。因此,一定会有能量消耗,而且能量守恒的观点在意识的运作中一定能保持不变。皮亚杰教授,这与你的观点不吻合,但可能可以作为讨论的

基础。

皮亚杰教授回答之前，我想要问问霍格兰博士：这是不是他对这个话题之观点的延伸？

霍格兰：我先前的评论的确对意识和生理过程的关系带有疑问。你刚才的观点正是我提到两个可能性中的一个，就是神经系统诱发事件产生的意识行为可能有一种麦克斯韦原则。

艾布拉姆森：当然，那将会立即导致能量的耗费。

霍格兰：是的。我想听一些有关这种可能性的讨论。现在，你提出了力量的概念，其最初的定义绕开了我们思考中不可测量的能量的问题，我觉得这个观点很有趣。我自己心里也不是很明确，这是否想绕开两难问题的口头辩解。例如，我们如何检验那个假设而获得阐释，从而推进我们的认识，而不是仅仅像你刚才那样给一个关于力的定义。

艾布拉姆森：我们如何检验皮亚杰教授的假设——意识的运作中不保持能量守恒？

霍格兰：这又是一个相同的两难问题。

艾布拉姆森：是的。我认为有些问题不能通过模型来回答，因为我们无法弄清楚这些。例如，我们如何检验重力把苹果从苹果树上拉下的事实？

霍格兰：我们只能根据观察苹果的行为写一个等式来代表。事实上，等式中的某些维度就被界定为力。

艾布拉姆森：对的。那我就有权说，只要与神经活动有关的现象涉及意识，就会有心理的力量做功，改变活动，正如重力改变着苹果的行为。

米德：但是在我看来，说这两个很像，反而使问题复杂了。我所理解的是，皮亚杰教授的观点当然需要能量的参与。如果人们的身体中没有任何能量，就不会有意识，最终人会死亡。如果只有少量食物，他们会是无意识的。但是，你是否要将意识或意识的某个阶段和无意识之间的差异，与能量中的一个差异或能量使用中的一个差异联系起来？

艾布拉姆森：我没有那样说。我说的是，我们必须寻找这些结构的现象与人们行为方式之间的一个现实联系，这些结构化的现象是人们运用非常自如的。在我看来，把这些问题凭空假设，然后认为并不保持能量的守恒，然后马上提出问题的框架并认为没有办法研究它，这不太妥当。然而，一旦你说起意识的一个“网络”和这个“网络”的发展……

帕森斯：但是我认为，他指的这个结构并非中枢结构，而在于另一个系统水平。

艾布拉姆森：但是意识必须与中枢结构的活动相联系。

帕森斯：是的。

艾布拉姆森：如果采用重力的概念，让我们用一个简单的系统来举例。拿米德博士的观点来看，你今天所说的关于意识的所有内容，千年之前关于重力的问题早就说明了。

米德：我认为皮亚杰教授在这个阶段只是提出了一个普通的工程通信的观点，但我们混淆了。他说的事实是，能量守恒的定律不能应用于此，仅仅意味着，能量输入的差别不会带来网络中的结果模式的信息。

艾布拉姆森：我不理解，那是能量守恒的定律。

霍格兰：是的，我也不理解。

艾布拉姆森：能量守恒的定律是完全不同的。我不认为我们现在要改写经典物理学。

皮亚杰：意识显然是以活动——精神运动活动为先决条件，但是这仅仅是其中的一个方面。意识可能出现或缺失，但是精神运动活动仍然继续。

至于能量的守恒，我的意思是说，如果意识干预生理的过程，这意味着一些新的东西被加入其中。

霍格兰：如果是这样，那我理解了，但不是在米德博士所认为的那个意义上。

皮亚杰：至于蕴含结构，它们是严格的逻辑结构。如果不引入能量的概念，或许对特定结构的所有不同关系都能界定。在这种情况下，能量会在个体大脑中进行关系的界定，而并不一定在某个结构本身。

意识仅仅是心理学研究的一个方面，显然，还有动作、行为和动机的研究。在心理学的领域中，有很多涉及无意识成分的领域，但是我们仅仅谈论了涉及意识的那些领域。心理学的领域包括很多不同的方面，意识仅仅是其中之一。

霍格兰：根据皮亚杰教授对这个系统的描述，我怀疑关于像意识这样的系统是否违背热力学的定律，我们有没有任何的实验证据。我知道目前没有办法通过任何已知的物理方法检验这个问题。维纳（Wiener）在《控制论》[11]中，提出一个酶的概念，对应了麦克斯韦现象的概念。这个讨论令人振奋，通过引导酶的过程发生化学作用。但是，在涉及以10－30埃单位的次序的维度水平时，我们对这样的问题就没有任何实验方法，而且在目前没有任何决定。因此，我们无法从操作层面上回答这个问题，但我不认为要排除其可能性。意识和生理之间是否有一个交互作用？直观地说，我们相信有一个交互作用，因为我们一直有这样的经验——似乎我们的意识过程确实引导和控制事件。从另一个方面来说，我们可以建构起一个很好的哲学立场，在这个立场中，这些是副现象。但是我们仍然不知道，而且我认为在这个观点上，一个完完全全的不可知论可能是目前我们仅有的立场。

巴里：我不知道为什么你否认找到几个特定案例的可能，意识的某些方面确实改变生理过程。我并不认为找不到一些案例。

霍格兰：当然，直观地说，我们认为意识确实一直这样运作（改变生理过程），但是我不知道我们能够怎么样去证明这一点。

皮亚杰：目前，我们不能确定，因为还没有实验证据。

帕森斯：我不知道我是否应该尝试换个话题讨论，但是在我看来，讨论一直沿着找

到一个替代物的方向，我们的讨论或许远离某些可能带给我们一个不同观点的思考。我之前说过，比如那个行动是在一个相对于有机体的生理方面的独立的系统水平，我认为这是毫无疑问的，是不折不扣的事实。

现在，从那个观点来看，动作结构的成分在整个动作系统中是连续性的。其中困扰我的一个问题是，人们倾向于认为意识似乎有一个结构独立于动作或心理状态，或无意识（不管用什么术语）的方面。我更倾向于意识是这个系统过程中的一个属性，在一定条件下，产生增强或减弱的变化，但是它不是像这样的一种结构。

如果这个观点是可能的，在我看来似乎它很好地阐释了能量或力量的问题。在这个领域，我们能够引用各种不同的例子。比如说，在大部分化学被合并到物理学之前的日子，化学过程需要能量，但是在概念上那个能量与重力或引力不同，尽管在某种意义上有一个普遍的信念，即力学和化学互相延续着。在大约上一代的时候，在连续性的界定上已经出现了巨大的进步。

霍格兰：与之类似的定量描述，如机械的、化学的、热量的、电力的和能量的一般单元，通过适当的器官和机制，把这些类型的内部能量转换成其他的能量。

帕森斯：我认为我们现在所处的情况是把生理和动作系统的关系，类比于时隔一个时代或更久之前的力学和化学之间的关系。

从这个观点来看，我非常确定地认为动作需要能量的参与。在我看来，在某种程度上，那是一个经验主义系统的标准。但是我认为，将其概念界定为目前发展阶段中的神经系统中的能量，是很危险的。

皮亚杰：关于这两个系统怎么样独立地工作，可能有一些误解，因为在意识的领域中引入了蕴含的观点。这个独立性极其不确定。这两个系统如何保持独立或非独立，我们仍然知道的很少。在一个阶段，它们可能看起来非常独立，但是这可能只能证明某一个问题。多长时间之后，生理的背景才会展示出来，比起一开始看起来的那样，在两个系统之间有更多的依赖性？如果用结构进行解释的话，这种结构是在一个或另一个系统中类似的结构，只是一种研究性假设。这种测量将等到生理科学继续前进发展之后迎来对两者之间的进一步的关系的评价。

帕森斯：我认为我们非常赞同。我只想补充一小点。在我看来，对该问题而言，在各类科学的发展历史中表现出两点：第一，如果两个科学需要综合，在它们处于某个特定的发展水平之前，很难出现真正的理论综合（我认为，综合生理学和行为或动作科学很困难的原因之一是，后者的发展始终处于最初步的状态）；第二，经验似乎表明，当一个综合理论出现时，它更可能是一个普遍的理论，其中任一理论都是一种特例，而不是减少一个旧的理论格式。从经典力学中提取基本的化学基础是极其困难的，整个思想学派花费几个时代，从经典力学中抽取出来化学之前，他们认为化学是没有什么好的。我认为这个问题相当重要。

霍格兰：还有另一个问题似乎与你所说的关于能量的观点或艾布拉姆森博士先前

所说的关于力的观点有联系。在我的毕生经验中,行为目的的概念,我觉得大大超越了实验科学的范围。但是随着控制论概念的发展、有关控制论负反馈原则的发展,以及对有机体和机器中以目标为导向的行为发展,目的已经成为机制的一部分。在5年前,目的对我来说很神秘,正如现在的意识一样。

皮亚杰:有很多学科在发展时汇集在了一起,这样的例子有很多,化学和物理学的汇集就是一个很好的例子。科学史一次次向我们展示各个学科如何综合:一个学科从不会吞并另一个,而是两者相互同化。

我想描述一个宏伟的假设:未来科学可能是什么?我相信,生理学和心理学之间的关系,终有一天可以比得上现今的物理学和化学之间的关系,或数学与物理学之间的关系。总有两个方面,即实验的和演绎的,正如物理学中的一样。我期望,在我们正在思考的这些系统的研究中,这两方面能结合起来:结构成为两者之间一般的联系,而运算结构成为演绎推理的工具。

巴里:我感到由于"独立"这个词语的双重作用,我们的讨论有些被混淆了。有时候,"独立"用来表示一个系统内部的同一性或完整性;而其他时候,"独立"表示缺少系统之间的相互关系。意识和神经生理学从基本概念而言,作为单独的系统有着完整性与独立性,但是这确实并不意味着缺少相互作用和相互关系。

至于神经生理学和神经解剖学,每一学科都可能作为一个独立的系统,但是离开对方,都是无意义的。要让有些部分发挥功能,而不能完全地使两者孤立。在我看来,我们已经开始探明神经生理学和意识之间的相互关系了。可能我们迟早会发现,它们像神经生理学和神经解剖学那样密切地整合,或者也可能不是这样。

林斯利:在我看来,除非我们想要把意识看作一种神秘的原则,或某种不可测量的副现象,不然的话,我们需要用某些东西来认同什么是意识,然后加以测量。我们唯一知道的测量,是行为的分化、纳入、溢出,或行为的其他方面。

在我看来,皮亚杰教授倾向于将意识认同为思维和推理,这就让我们可以借助行为的形式进行研究,比如说,通过口头的或书面的反应,或者发生的其他一些被认定包含逻辑过程的行为。

研究动作行为有很多例子,其中一个例子是 R. A. 鲁里亚(R. A. Luria)博士[12]关于冲突的研究。我无法定义冲突,但我们姑且假设,我们对这个词有一个意识反应。对于一个给定的刺激,如果我们习得了一个特定的运动反应的模式,然后引入刺激模式的变化,让个体现在产生冲突,那就可能会产生可测量的行为方式,比如出现一个杂乱无章的反应。我不确定是否应该将此认同为动力或精神动力的行为,但是我仍然认为,意识最主要、最根本的就是分化的过程。

帕森斯:还有泛化的过程。

林斯利:你可以将其延伸到思维和推理。然而,我认为,意识从根本上首先必须是分化。比如有一个睡着的人,你想要弄清楚他的反应水平,你就得给他一个刺激,这个

刺激的阈值是要能唤醒他。这个例子说明了定量的过程。

如果个体需要有意识地辨别光亮和黑暗，我认为可以把意识定义为：基本而言或在最初的系统中可以分化的过程，就是当儿童开始从一个状态中辨别另一个状态时就证明了具有意识。

霍格兰：与之有联系的，不妨回忆从韦伯（Weber）和费希纳（Fechner）到铁钦纳（Tichner）[13]的心理物理学的发展。在19世纪的中期，费希纳对分化的定量研究特别感兴趣，因为他相信，与刺激和感觉相关的数学方程式，能够搭建身心关系的桥梁。心理物理学强调刺激反应关系量化方面，把感觉的最小视觉差视为意识经验的单元。在过去30年间，心理物理学发展了大量研究，量化考察刺激和人类及动物的反应关系，这些研究为生理过程提供了重要线索。但是，关于意识的一切实际理解，在本质上来说，不知为何似乎和以前一样含混不清。

林斯利：我不认为所有的意识必须局限于分化的最初形式。显然地，思维和推理是人们加工基础数据的延续。但是如果为了研究和测量的目的，要以某种方式界定意识的话，在我看来，不应该把它界定为某些神秘的概念，而应该将之视为感觉输入，那就是分化；或者动作输出，那就是反应。

皮亚杰：很明显，意识既是分化，也是结构化的知觉。我尤其想要回答关于意识是否等同于思维和推理的问题。这些例子本来应该澄清这个问题，但并没有。我想通过情感领域的结构，提出同样的观点，并且，我本以为在威廉·詹姆斯（William James）的与附加力有关的意志力的讨论中阐明了这个问题。

凯蒂：我们提出的假设虽然让我们满意，但我觉得我们要小心辨别我们所做的这些假设。有一种悲观的观点认为，由于意识属于另一个世界，所以不能被测量，意识超越物质和能量的界限，所以只是为了科学的目的，只能安排一个概念以使现象可测量。但是，我相信这一定要非常小心，不要欺骗自己认为已经在那个概念中找到了意识。我们听到过各种各样有关意识的概念，而且这些概念似乎传达了这样的含义——不知怎么的，物质和能量不再缺少生物所具有的某些属性，而且也无法用行为的例子加以解释，所以在那里就出现了意识。

早先我们知道意识被定义为机体对刺激的反应，比如按一下按钮，铃铛就有反应。林斯利博士加上了限制——意识一定不仅仅是反应，还是辨别。这并非物质和能量无法实现，而仅仅意味着更高级的复杂性。构建一个辨别光亮和黑暗的机制非常容易。那个机制表现得似乎具有意识，所以我们不能把辨别力作为意识的必要条件。

从另一个方面来说，关于这个系统必须要做什么才能成为有意识，这一点我们的要求就变得更加复杂。我们可以说，它必须有原因、目的，或者说它必须思考。而且我认为，目前阶段甚至今天，制造一个有目的、原因和思考能力的机器是可能的。所以，如果从行为的角度界定意识的属性，制造具有所有这些我们认为意识必须具有的属性的一个机器是可能的。

因此,我联想到发生在心理科学铁钦纳学派和华生学派之间的一个冲突。一方面,铁钦纳相信(我希望皮亚杰教授能纠正我说的这个案例的不实之处),人们仅仅可以通过内省来获得意识;另一方面,正如林斯利博士提到的,华生(Watson)要我们应该忘记这个神秘的意识,并只讨论可以被测量的东西。我认为华生觉得意识并不是行为,但我相信华生之后出现了一个思想学派,把意识的神秘性降到一个极其不重要的地位,发展了完全基于意识是行为的理论。

林斯利:让我在此补充两点。第一,我的确说过意识可能等同于分化。分化对我而言并不是一个高级的过程,它就是反应,而反应对我来说,就是分化。如果一个细胞对一个改变做出反应,那么它正在分化物理环境中的一些属性。

第二,我这里并不完全认同华生的观点,我接受铁钦纳学派心理学的训练,而且我相信意识。但是,我相信科学的方法可以用来解决我们想要研究的任何东西。因此,如果意识是我想要研究的一个概念,那么我应该使用我可获得的方法。所以,我的意思不是说,通过测量分化或动作反应或任何别的东西,就说明我们在测量全部的意识。那只是一个可用的方法,我们可以使用这个方法来尝试建立一个能够被检验的假设。霍格兰博士问我们可以建立什么样的假设,而我只是在我自己的大脑中探索这些假设可能是什么,以及它们是否具有分化或者动作方面。据我所知,那是迄今为止我们能够研究行为或者研究机体的任何过程的唯一方式,要么研究感觉输入,要么研究动作输出。

凯蒂:但是,每个人对什么感到满意是个问题。我承认,当我走进实验室时,我完全忘记了意识,而在研究行为,而且我相信,我们不能研究意识,或者至少我认为我们正在谈论的那个意识。因此,让我们研究可以被测量的意识的属性,但是我们不要欺骗自己,认为通过做这些,我们最终就一定理解意识了。

林斯利:现在你正在用铁钦纳的术语来讨论,因为那正是他所做的。他尝试建立这些属性。

米德:我们在研究中使用术语,是不是霍格兰博士所说的关于"目的"的观点,而且25年以前,他们如何探讨多和少?然后又发生了什么?25年前,大部分人说"我们无法考虑目的",他们放弃了这个观点。

帕森斯:那正是华生和他的同事所做的。

米德:那已经过去了。"意志"很长时间一直声名狼藉。30年来,整个国家没有任何人做跟意志有关的研究。我们甚至不再听到使用这个词。我们可以提出理由证明,那段时间忘记目的并没有带来什么坏处,因为直到我们有了控制论以后,我们才可以做与之相关的研究。

霍格兰:作为交流和控制理论的一个副产品,意志开始变得有意义。正如在应用科学中的发现一样,如药学和工程学常常作为基础科学的副产品出现,所以基本的哲学概念可能通过实验科学被赋予新的含义。对于凯蒂博士和我们剩下的所有人,当我们走进实验室的时候,忘记有关意识的事,这是安全的。通过起初看起来似乎与意识非常不

相关的研究，最终可能揭示意识的作用。

米德：控制论通过跨学科的观点阐释了目的。我们好像是一个有着足够频道的开放收听站，所以如果任何地方发生了任何事，它都会收听到。我们现在可能可以更好地理解对方，虽然那并没有带我们到任何地方。然而，可以想象得到，我们在这个问题上，有一个 5 年、10 年甚至 50 年的滞后，而且我认为我们应该愿意继续成为一个听众的组织。

帕森斯：我认为那是非常重要的。我想要提醒的是，华生学派对什么是可测量的定义非常狭窄。

林斯利：他们肯定没有排除言语行为。

帕森斯：是的，没有完全排除。

格林克：我认为我们不能仅仅袖手旁观，我们有大量工作要做。比如，我们可以研究意识在什么条件下产生、发展和消退。此外，我认为我们可以运用目前可用的方法，继续对意识进行观察、描述和分类，而用不着暗示自己或其他人，说我们正在研究意识的问题。皮亚杰教授向我们提出一个观点：意识是怎么样存在的，以及儿童意识的发展过程怎样？然而，这个观点并不必然地解释意识，或者将其与其他问题相联系。

林斯利：可能把所有这些归结起来，就会形成一个动态平衡。例如，皮亚杰教授引用了推理和思维逻辑的例子，并且认为，只要个体具有反馈，他就知道自己完成了什么，否则就可能没有意识。一个单细胞的变形虫会对其所处环境的物理变化做出反应，直到动态平衡重新建立，然后反应停止。这种情况属于化学反馈，或者是原始状态的重新建构。对思维这部分而言，我们需要 P 等于 Q 的反馈，诸如此类。

帕森斯：社会互动是一个双重反馈系统，在这个系统中，系统中 N 个群体两两相互反馈。在符号水平，复数的反馈过程与此关系密切。

林斯利：我们是否没有回到一开始讨论的意识水平那个问题？如果意识从单细胞机体的简单的化学变化开始，到人类最高层次的思维和推理，全部经历这些的话，那我觉得，我们重新回到了克莱特曼(Kleitman)博士开始入手的话题——意识的纵向水平。

布雷热：我们的研究比起这个讨论更深入，而且我觉得你刚刚所说的和凯蒂博士所说的都很清楚。线索的确是来自反馈。凯蒂博士正在讨论的是，我们能怎样利用所有各种提到的行为事件，比如分化和反应等。而且我认为我们要从机器模型中找到答案。模型不仅能做所有这些，而且它具有对意识的意识。

凯蒂：是的，但是在没有意识参与的情况下，我提到的机器会发生所有这些行为。

布雷热：是的，那正是问题所在。我的观点就是这样。

霍格兰：但是，当你真的制造出了这个机器，很有可能你的机器将是有意识的。

凯蒂：我去年就说过了。

帕森斯：意识是否会给自己带来一个新的问题，当它认为的设置并不是很理想的时候？

米德：帕森斯博士，他们说我们可以制造一个会做所有这些事情的机器。然而，我仍然觉得我们遗漏了一个必需的维度，如果我们想要将意识与比如“目的”之类进行比较处理的话。亦即，我们遗漏了个体的同一性，这个同一性围绕“我”“自我”的发展，或者是像用“生命力”这样的语言来概括的东西。那属于另一个维度。除非我们能够引入这些维度，否则个体就会缺少多种水平。就记忆问题而言，我们必须要抓住个体认同感。在机器的世界中，有一整套有价值的类比系列，但是我们不能去除同一性的观点。

帕森斯：在我们的讨论中，有一个视角并没有得到很大关注，那就是相对论科学的重要性。从参照点的多元性的意义上说，以及当从一个参照点到另一个参照点发生变化时，公式就要发生变化。

我认为，在这个领域这个问题非常重要，因为“我”是一个参照点。我们所关注的行为同样也是相互作用的行为，一个“我”作为参照点，另一个“我”作为另一个参照点。接下来的问题就是采用某个能够适用两者的公式，这样两个“我”都可能作为特别的个体，这是一个非常重要的观点。大量的心理学研究仅仅采用了一个主观的“我”作为一个参照点，一般来说铁钦纳学派的心理学就是如此，而且还没有研究解决多元参照点的难题。

林斯利：我想要补充另一件事。布雷热博士说，对于意识，我们可以是有意识的。我好奇的是，如果提供给我们一个人工的反馈系统，我们是否就无法对意识产生意识？例如，关于我之前描述的无意识条件化，记录个体自动反应足以说服自己，他对乡村词汇并非有意识地做出反应。当实验者说“我给你呈现两种词汇，你要对我让你产生条件化反应的词汇做出反应”，他从实验者那里得到反馈。因此，他对之前的无意识产生了意识。

格林克：那不是同一个现象。

林斯利：当然，那是之前实验的回顾。

格林克：但是人对经验是没有意识的，无法对此产生意识。那就是一直以来在精神分析中我们不得不去抗争的一点。我们可以告诉某人关于他的无意识，但我们也可以使用“胡言乱语”这个词。除非他在一个意识状态中重温无意识的内容，否则他不会从无意识进入意识状态中。这两种现象非常不同，意味着同一时间进行着不同的过程。

林斯利：在我看来，个体已经能够意识到自己的无意识。

帕森斯：已经意识到，但并非此时此刻。

米德：实质上，这是科学贡献于我们人类的意识发展。我的意思是，我们不妨从个体的领域转移到文化的领域。例如，当我们开始意识到文化的多元性，以及文化多元性意味着什么时，也可以用同样的方式探讨个体自己和其他人（这类似于帕森斯博士所说的关于“我”的观点），那我们就引入了意识的另一个成分。我们已经无意识地理解了一些行为，那些大量的行为在当初我们学习时完全自动化并难以观察。但是，我们接着引入了另一个水平，这个水平正是我们所说的。你的意思并不是说，人们意识到了他们的

无意识,此时此刻是无意识的。

林斯利:在某些特定的情况下可能是这样的,比如在药物作用下昏迷,或击打头部。他们并非无意识的,他们实际上是清醒的,而且对其他事情是有意识的,但是他们对这个特定的事情是没有意识的。然而,如果告诉一个人"当我们给你施加刺激时,你的血压会升高,你会在图表上看到这个变化",他会意识到正在发生的变化。但是如果事先没有给他这些定义,他可能会说:"我对此无意识,现在我对此进行反应。"

米德:这很像瑜伽所做的工作。

林斯利:换言之,我们对电流回路是无意识的。如果在我们面前墙上安装一个检流表镜,通过光点的大小记录我们的反应,那么在我们面对一个刺激词时,我们会对反馈光点增大而感到非常惊奇。

文献总汇

1. INHELDER B. Contribution à 1´etude de la formalisation spontanee chez l'enfant. *Syntbèse* 7, 58 (1948).

2. INHELDER B. *Le raisonnement experimental de l'adolescent*. Proc. Thirteenth Internat. Cong. Psychol., Stockholm, 1951.

3. PIAGET J. Thought, psychology and the psychological nature of logical operations. *The Psychology of Intelligence*. New York: Harcourt, 1950 (p. 18).

4. MCCULLOCH W S, PITTS W. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bnll. Math. Biophys.* 5, 115 (1943).

5. PIAGET J. *Play, Dreams and Imitation in Childhood*. Translated by C. Gattegno and F. M. Hodgson. New York: Norton, 1952.

6. CANTRIL H, AMES A JR, HASTORF, A H, et al. Psychology and scientific research. I. The nature of scientific inquiry. *Science* 110, 461 (1949).

7. HEBB D O: The innate organization of visual activity. I. Perception of figures by rats reared in total darkness. *J. Genet. Psychol.* 51, 101 (1937).

8. RIESEN A H. The development of visual perception in man and chimpanzee. *Science* 106, 107 (1947).

9. VON SENDEN M. *Raum-und Gestaltauffassung bei operierten Blindgeborenen vor und nacb der Operation*. Leipzig, Barth, 1932.

10. YOUNG J Z. *Doubt and Certainty in Science: a Biologist's Reflections on the Brain*. New York: Oxford, 1951.

11. WIENER N. *Cybernetics*. New York: Wiley, 1948.

12. LURIA R A. *The Nature of Human Conflicts or Emotion, Conflict and Will: An Objective Study of Disorganisation and Control of Human Behaviour*. Gantt, W. H., Editor. New York: Liveright, 1932.

13. BORING E G. *A History of Experimental Psychology*. New York and London: Century, 1929.



意识的把握:幼儿的动作和概念

〔瑞士〕让·皮亚杰　著
陆有铨　李松梅　译
吴国宏　审校

意识的把握：幼儿的动作和概念

法文版　*La Prise de Conscience*, Paris：Presses Universitaires de France, 1974.

作　者　Jean Piaget

英文版　*The Grasp of Consciousness*：*Action and Concept in the Young Child*. Cambridge, MA：Harvard University Press, 1976.

英译者　Susan Wedgwood

陆有铨　李松梅　译自英文

吴国宏　审校

本书中文版曾由山东教育出版社出版（1990 年），现按原中文版本收录于本文集，有改动。

内容提要

皮亚杰认为的思维是内化动作的主张，在《意识的把握》这本书中得到阐明和证实。皮亚杰的研究目标是意识通过动作和物体属性的协调而导致概念化。当然，这完全符合皮亚杰理论把动作作为逻辑-数理思维来源的传统。

这项研究的主题是儿童发展的一般阶段介于他成功完成一个动作却不知道是如何完成的，与他意识到这个动作是如何实施的之间。本书报告了在发生认识论国际研究中心进行的实验结果。研究对象是年龄处于 4 岁到青春期之间的儿童，他们被要求完成诸如爬行、玩筹码、牵引长方形小盒等任务。在完成每项任务后，要求儿童解释是如何完成任务的，有时还让他们指导研究者来做。本书生动地描述了儿童的反应，并清晰地展示了他们在意识到自己做了什么和如何做的过程中所经历的发展阶段。这些阶段支持皮亚杰的观点，即意识的发展是一个涉及概念化而不是顿悟的渐进过程。实验情境中最引人注目的发现之一是儿童动作的早期获得，而相比之下，他们的概念化和意识则要差得多。在某些情况下，4—5 岁的儿童能够完全成功地实施动作，而只有平均年龄为 11 岁的儿童才能成功地解释他们是如何实施动作的。如果将意识的经验主义概念作为反映动作中所涉及的关系的镜子，那么这个相当大的时间滞后就无法得到解释。而根据皮亚杰的说法，时间滞后的发生是因为意识涉及重构和超越动作水平上已获得的东西。它不是动作独自的结果，而是动作的“反省抽象”过程的结果。活动可能是概念化的必要基础，但并不是充分的。这是一部值得深入研究的重要著作，它对教育的影响相当大。

丁　芳

译者前言

正如副题“幼儿的动作和概念”所标示的那样,本书反映了世界著名的心理学家、哲学家让·皮亚杰后期关于儿童对自身动作意识方面的研究成果,是他后期的重要著作之一。

本书所提出的一些结论得自作者在日内瓦发生认识论国际研究中心所进行的实验。这些实验旨在区分儿童完成简单任务的操作能力和儿童对隐蔽于自己动作背后的原理之理解的差别。受试儿童年龄在4—12岁,实验要求儿童完成诸如爬行、玩筹码、建造一条供玩具汽车行驶的坡路等简单的任务,然后再说明他完成任务的过程。

根据实验的结果,作者揭示了儿童在对自己动作概念化方面所经历的几个缓慢而渐进的发展阶段。在对每一个阶段的分析中,作者指出,不能将儿童对于他自己动作的概念看作一种简单的“领悟”,而必须当作对其经验进行积极的“重新构造”。当然,这是皮亚杰许多著作的一个核心论题,然而,本书对这个问题的探讨和阐述却进一步深入到儿童心理的一个新的领域。我们认为,皮亚杰在本书中提出的一些看法对我们是有一定的启发作用的。

本书根据1976年苏珊·韦奇伍德(Susan Wedgwood)的英译本译出。其中的“序言”和第一至第八章由陆有铨翻译,第九至第十六章由李松梅翻译,全书由陆有铨、张畹玲统校和润色。其他许多同志担负了繁重的抄写工作,在此表示感谢。由于译者水平所限,译文中有不适当之处,恳请读者批评指正。

作者序言

主体什么时候才充分地意识到情境?这种意识是怎样获得的?换言之,在本书中被称作"认识(cognizance)"的那种意识的"萌芽"是由什么构成的?与经典的行为主义观点相反,在行为和意识之间不存在两分或根本的对立,因为认识本身是一种与所有其他各种行为互相作用的行为,因此,科学心理学对认识的问题便越来越感兴趣。对于哲学的心理学家来说,内省是十分重要的,甚至具有一种无限的力量,它与所有的心理生活共始终。行为主义心理学家已经注意到,行为的一个重要的部分(即机制部分)仍不清楚,因而认识要求有特殊活动的介入,它依赖其他的行为,反过来它又能更改它们。看来,认识不仅仅包括将一些新的信息糅合进一个已经形成的认识领域中去,还存在着一种真正的构造。这种构造不仅把"这个"看作一个整体的意识,而且还将它的不同水平或多或少地作为一个系统统一加以完善。如果用这些术语表述,那么问题便深入到对警觉或"警戒"(alertness or "vigilance")做心理学研究的范围。最后,诚如众所周知的那样,精神分析学家也遇到了一个与"宣泄"联系的问题。

本书只涉及行为——从有形的动作到运算。所描述的这些实验是在日内瓦发生认识论国际研究中心进行的,是在完成因果关系研究的过程中进行的。[然而,由于认识之心理学意义基于认识论意义,所以,我们感谢我们的朋友保罗·弗雷斯(Paul Fraisse)将本研究收入他编的文集《今日之心理学》。]尽管"原因"这个观念发源于实际的动作,但因果关系的结构却根据修改这个动作的自觉概念化程度而发生着深刻的改变。那么,因果关系的研究为什么能导向认识的问题呢?

在感知运动水平,几个月的婴儿开始时仅仅通过自己的身体动作发现因果联系;只是到了后来,他才在一些物体对另一些物体作用的方式中看到它们。在"表象"的水平,儿童对于因果关系的把握最初只局限在将它们归因于那些类似于他的动作的物体活动,后来他才归因于同运算相类似的物体活动。人们可能会认为,这只不过是曼恩·德·比朗(Maine de Biran)的论题的一种复原。实际上,米肖特(Michotte)就是这样解释我们的概念的。然而,在曼恩·德·比朗的理论和我们的因果关系概念之间存在着根本的差别。这位法国哲学家认为,主体对于自身动作因果机制的内省(通过自我意识,一种作为所用力量等努力的情感)是缓慢实现的,而这种内省在或大或小的程度上是完全的。之后,主体通过对自身发现的东西加以"归因",从而形成了关于外部物体的概念。相反,我们坚持认为,最初的对于物理因果关系之塑形(psychomorphism),以

及后来的将运算机制对于客体的归因，基本上构成了无意识的推理过程——这些过程既缺乏比朗理论假定的那种即时直觉的特性，更重要的是也缺乏与一种（最初并不存在的）自我意识的任何联系。我们要对动作本身作更为精确的认识，并对这个动作如何通过这种内省而得到修改加以分析，这就是我们的第一个理由。

然而，进行这些新的研究的第二个理由，事实上也是我们的主要理由是，如果主体之概念化虽不涉及我们已经研究过的那些典型的物理情境（运动的传递、矢量的合成，等等），但是却关系到儿童的动作和他的"实践智慧"之结果：投石器和倾斜板条的使用、倾斜路线之构造——换言之，即在儿童早先的生活中已经得到解决的容易的问题，那么，检查一下主体之概念化的性质和内容，则具有更为普遍的重要性。在这些情况下，我们首先确定儿童对他自己动作的意识，尤其是他对有关的调节注意到了些什么。而这些调节既包括自动的感知运动调节，又包括从几种可能性中选择一种方法的比较主动的调节。然而，如果正在研究的那个问题涉及因果关系，那么我们就要确定，儿童对于自己的动作之于客体的这种因果关系，对儿童来说是否比客体之间的因果关系更清楚，理解得更快。这个容量很大而我们又知之甚微的领域，对于心理学和认识论来说是极为重要的。从心理学的观点来看，认识不仅仅是一种内部的解释，它也是一个包含概念化的复杂的过程。必须加以分析的正是这些概念化过程。换言之，虽然心理学家主要致力于确定什么情境下儿童才是知晓的，但他们却经常忽略另一个补偿性的问题，即这是如何发生的，而这是一个同样需要加以注意的问题。从认识论学者的角度来看，动作的内化是逻辑数学结构和因果关系运算这两者的源头，因此有必要进行仔细的检查。

本书所研究的由于有来自简单分化（而这些分化产生于对最初的一般性质进行了或大或小程度不同的自动调整）的必要的协调，因而是关于动作很早就取得成功的那些情境。下一本书（《成功与理解》）将分析晚些时候取得成功时所发生的情况。动作之所以在晚些时候取得成功，是由于经历了一些连续的协调阶段，其协调的关键是不同的计划与引进新策略（与此同时，儿童实际上正处于尝试解决问题的过程之中）这一比较主动的调节之间的关系。

目　录

第一章 爬　行[①]

在本书描绘的其他一些研究中,受试者是对着某些物体来做出一些动作的,而且,他根据对于这些物体的作用以及他自己动作后果的观察,认识到他做出的那些动作。所以,一开始便分析一下一种情境是有益的——在这种情境中,物体的作用减少到最低限度,而动作却复杂得足以使受试者难以完全掌握它,然而动作的复杂程度又不至于使受试者对它的认识延缓太长的时间。要求受试者爬行便提供了这样一种极好的情境,因为大多数人在能够行走之前就会爬行,而且这一情境所需的唯一物质条件只是一块固定的地板,它只是用于支撑受试者的爬行,而不是被作为一种工具或目标。此外,这使我们得到一个特别好的机会来检验一下我们几个一般假设中的一个假设,即认知依赖动作的调节,而这些动作的调节在或大或小的程度上带有深思熟虑的性质,而不是那种不自主的感知运动的调节。当然,由于爬行动作是随便做出的(除非人们故意为爬行设置障碍),所以,如果爬行动作在所有年龄阶段都在具有充分认识的情况下完成,那么爬行便只涉及第二种感知运动类型的调节,至少这个假设的一部分是不能成立的。

要求受试者爬行约 10 米的距离,要他说出是怎么爬的。此后,要求受试者利用一只(其肢体可以活动的)玩具熊来做出爬行的动作。如果有必要,实验者可以走到地板上去,并要求受试者告诉他哪一只脚先动,等等。接着便要求儿童再次爬行,此时要求他注意自己的动作,并当场不断地对自己的动作进行评述。如果儿童说的和他实际做的不相符,便要求儿童按他刚才说出的那样去做,以使他了解所说的是否正确。最后,如果受试者感到有必要完成另一项任务,那么,实验者可以建议儿童快速地爬过房间,并要求他立即停止,在他停止的那一刻,要求儿童说出他最后一个动作该怎样开始。

ⅠA 水平[②]

在这个水平,4 岁的儿童(发展慢的儿童有时要到 7 岁)对他们的动作描述如下(Z

① 与安德鲁拉·恩里克斯-克里斯托费德斯(Androula Henriques-Christophides)合作。

② 按逻辑,"ⅠA 水平"上面应有"第Ⅰ阶段"这级标题(和第 685 页"第Ⅱ阶段"同级),但原版体例如此,尊重原版体例,后面有类似情况。——中译者注

式或它的反向Ƨ式)：一只手，然后是另一只手，然后是一只脚，然后是另一只脚(或者是先动脚)。这既不同于N式或其反向式И(先是右手或左手，然后是同一侧的脚，然后是另一只手和另一只脚)，也不同于X式(先是左手或右手，然后是另一侧的脚，然后是另一只手和另一只脚)。

例子

赛尔(4岁4个月) 爬行了几米(X式)。你是怎么爬的？*我动我的两手、两臂、两脚、两腿，还有我的头。*哪一个先动？*所有的一齐动。*(然后要他拿着玩具熊说)*先动那个(左脚)，那个(右脚)，那个(左手)，那个(右手)。*现在你自己再爬一次，注意你是怎么爬的。(还是做出相同的描述。)有人告诉我是这么爬的(描绘X式)。这样爬对吗？*不对，先动那个和那个……*(Z式)。说说我是怎样(在地板上)爬的。*这只手，然后那只手，然后这只脚，然后那只脚*(Z式)。

保罗(4岁7个月) 按X式爬行。你是怎么爬的？*两条腿和两只手都动。*用这只玩具熊比画给我看看。(先动右脚，然后动左脚，动右手，然后是左手。)你就是那样爬的吗？*两只脚一齐起动，然后动左手和右手。*怎么爬？*两只脚同时动，然后动一只手，再动另一只手。*说说我刚才是怎样(在地板上)爬的。(先动一只脚，再动另一只脚，然后动一只手，再动另一只手。)走到地板上去，按照你刚才说的那样去做。(他同时将两只手往前放，并撑在那儿不动。)你刚才是这么说的吗？*是的。*再做一遍，并说说你是怎么做的。(还是Z式。)

纳德(4岁9个月) 她的反应与上述两人相同：先是两只手，然后是两只脚，每次都是一个在前，一个在后。当要求她按这种方式爬行时，她先试了试，然后便犹豫起来，并回复到X式上来。你先动什么？(她仍然做出与上述相同的描述。)

米斯(4岁6个月) 在做出与其他人相同的反应(*先动我的两只手，先动这只，再动另一只，然后动两条腿，先动一条腿，再动另一条腿*)之后，使我们感到非常惊奇的是，除在用玩具熊时做出X式外，他还再次到地板上去爬，并努力地边爬边作解释：*我先动这只手，然后动那只手，然后动一只脚，再动另一只脚*(他的动作总是与他的言辞不符)。当实验者向他提示X式时，他说，*不，动物才那么爬*(他再一次用玩具熊来比画那种爬法)。你自己再爬一次。(他按照X式来爬，但讲述的还是Z式。)

Z式的解释清楚地表明，这些受试者对于他们实际上如何爬行完全缺乏认识，因为他们中的任何人实际上都没有这么做过。(虽然多数受试者按X式爬行，但有时也有N式的爬行。)那么，他们为什么马上想到Z式呢？这肯定是在于下述原因：如果要求受试者说出一个他们本人对之毫无头绪的连续的次序(赛尔说，*所有的一齐动*)，那么他们很可能会描绘一个最简单的次序，即先动手、后动脚(或者先动脚、后动手)，但往往是两

只手先动,然后再动两只脚(或者倒过来),每次先动的手和先动的脚都在同一侧(要不然动作的式样就是]或[,而不是 Z)。在 34 名 4—8 岁具有这种反应的儿童中,我们看到 30 名儿童的反应是 X 式,而]式的只有 4 名。这相当清楚地表明,这些儿童所描绘的是最简单的结构,而不是试图确定他们动作的实际次序。

然而,米斯对于玩具熊的比画值得加以评述,因为与其他的受试者不同,他使玩具熊按 X 式移动。可能纯粹是由于偶然才考虑到这一点的,因为这是紧接在他告诉实验者按 Z 式爬行(这也是他再一次一边慢慢爬行、一边不正确地进行评述的式样)之后做出的。不过,在询问结束时他随即做出的反应暗示了 X 式。与赛尔不同,他没有说那是错误的,但他说*动物才那么爬*。换言之,他似乎在记忆中保留了狗、猫或马行走的印象,但这对于认识他自己的动作却毫无帮助。观察别的东西似乎比观察自己要容易些。总之,在这个水平上,因为 Z 式最简单,所以它似乎是唯一的中选者。正如我们在后面将要看到的那样,处于进一步发展水平的受试者常常在开始时作 Z 式的描绘,但进而便将描绘 N 式甚至是 X 式。

ⅠB 水平

五六岁的受试者做出 N 式的描述:先动手,然后动同一侧的脚(或者先动脚,然后动同一侧的手),接着是相继地动另一侧的手和脚。我们未曾见到 4 岁的儿童做出这种反应,但在三分之一的 7—10 岁的儿童中,甚至在成人中却发现了它(尽管他们是按照 X 式来爬行的)。①

例子

科尔(5 岁 6 个月) 开始时做出 Z 式的描述,在向实验者叙述他是如何爬行时,也是 Z 式。当要他自己再爬行时,他爬得很慢,而且注意他自己是如何动作的,他说,*右手*,*然后右脚*,*左手*,*左脚*——N 式。尽管他这么说,但他还是按 X 式爬行的,又一次慢慢地爬行。*先是那一个*(*右脚*),*然后是右手*,*然后左脚*、*左手*(倒转的 N 式)。现在爬一下,在你爬的时候告诉我,你是怎么做的。(他按 X 式爬,而描述的却是倒转的 N 式,然后使他的爬行动作与倒转的 N 式相配合。)要求他再来一次。(这一次他是按 X 式爬行的。)*我的右脚*,*我的右手*,*我的左脚*,*我的左手*。

① 恩里克斯教授在向 1970 年的"发生认识论座谈会"提交论文之前,她请了几位与会者作为受试者做了这个实验(她请他们在地板上爬行,并回答问题)。逻辑学家和数学家往往做出 N 式的描述,而物理学家和心理学家则做出 X 式的描绘。

阿特(6岁2个月) 按X式爬行。*我抬起我的两条腿和我的两只手*。怎么爬的?(她再次按X式爬。)*那个(右脚)和那个(左脚)*。然后呢?*右手和左手*(这是Z式)。对于玩具熊和实验者指导语的反应相同。然后当要求她慢慢爬行并仔细地注意她是怎么做的时候,尽管她按X式爬行,但却说,*右脚,右手,左脚,左手*(这是倒转的N式)。当她快速爬行时,她的描述又回复到Z式上来。现在再慢慢地爬,同时告诉我你是怎么爬的。*右手,左手,左脚,右手,左手,左脚,右手,右脚*……事实上,她是在开始按照X式爬行之后,再调整她的动作以便与她所说的相配合,并按照N式爬行。

雷爱(6岁11个月) 按照X式爬行,然后他一句话也不说地指指他的右脚、右手、左脚、左手(倒转的N式)。开始时他使玩具熊按Z式移动,然后又把它的爬行方式改为N式。他告诉实验者按X式爬行,后来他自己又慢慢地爬。在爬行时,他最初正确地叙述了X式,后来又回复到N式,丝毫也没有注意到他所说的同他的动作不再相配。最后他使玩具熊再一次按N式爬行。

在4岁的儿童中并未遇到N式,但对于五六岁的儿童来说,N式显然占优势地位。正如上文所提到的那样,有三分之一的7—10岁的受试者和一些成人也喜欢N式。同Z式不同,N式是一种相当可用的爬行方式,尽管X式更为通行。在这里,重要的是,大多数受试者对于他们动作的描述使人感到他们似乎已经形成了N式的爬行方式,而他们实际的爬行却是X式(科尔、阿特、雷爱),因此,他们并没有充分地意识到他们自己的动作。有时的确也出现这样的情况(但这绝不能等量齐观),即受试者可能努力使他的动作同他的叙述相配合并按N式爬行(例如阿特,她在结束时不再按X式,而是按N式开始爬行)。

所以,在这个例子中虽然不存在从先前的动作中形成的认知概念化,但是却有后续动作之概念化的影响。这个差别是非常有意义的。它表明,当受试者一停止爬行便描述他的动作时,他的动作仅受到不自主的感知运动调节的指导,而这些调节还不足以使他意识到自身的每一个动作。此外,当要求他边爬边叙述自己的动作时,在他的脚或手向前移动之前,他甚至还拿不定主意,他被迫在几种可能性中做出选择。这种选择乃是积极调节的一个基本特征,一般说来,它将导致我们正在讨论的对于动作之充分的意识。诚然,在这个具体的事例中,不存在跟随于主观调节动作之后的概念化和适当的认知,而是先有与动作不相配合的概念化,然后才有导致动作配合概念化并成为意识的主动调节。然而,虽然这里的主动调节来源于受试者动作之不正确的概念化,但这些例子确实证明了做出一种区别的必要性(做出这种区别的价值将越来越清楚),这里需要做出的是两种类型的调节即不自主调节和主动调节的区分。

第Ⅱ阶段

半数处于ⅡA水平的受试者(7—8岁)能够系统地描述那种我们现在可以简单地称之为X式爬行的动作。在此之前,只有雷爱才能这样做,而且他的描述一点也不系统。三分之二的处于ⅡB水平的受试者(9—10岁)做出了这种X式的描述。

例子(ⅡA水平)

马尔(7岁6个月) 开始时按X式爬行,但她的描述却是Z式:*像小猫那样爬,我先动我的右手,然后是我的左手,然后是我的右脚,接着是另一只脚……总是那样爬*。再试一次。你有没有注意你是怎样爬的?*我的右手*(暂停一会儿),*然后是我的左手,右脚,左脚*(仍然是Z式)。很好。再试一次,看看你是怎么爬的。(她再次爬行,这一次是慢慢地爬。)*右手,在我动我的左脚之后*(犹豫),*动左手,然后是我的右脚*(这是X式)。用这只玩具熊比画给我看看。(X式。)现在你自己再试一次。(她再次描述了X式。)

杰恩(8岁11个月) 首先按Z式描述她的动作,然后按N式比画了玩具熊的动作,接着她又按Z式描述她自己的动作,然后再按N式描述。不过,在突然让她停止后再要她继续爬行时,她说,*右手,左膝,然后左手和右膝*(X式)。现在快点儿爬。*我的右手和左膝,然后是左手和右膝*。你还记得你刚才是怎么说的吗?(她重复了Z式的描述)。对吗?*不对,那错了*。用这只玩具熊比画给我看看。(X式的解释。)你是这样比画的吗?*是的,我认为是这样的*。

例子(ⅡB水平)

劳沃(9岁8个月) 你会爬吗?(X式。)你是怎么爬的?*我将我的两个膝盖和两只手放到地板上。我用我的右手和我的左膝往前走,然后将我的左手往前放,再动我的右膝*(所以,他随即做出的是X式的解释)。用这只玩具熊比画给我看看。(X式的说明。)现在我要到地板上爬,你告诉我该怎么做。*将你的右手往前放,左腿往前移,左手向前,右膝向前*。

杰克(10岁6个月) 按X式爬行。告诉我你是怎么做的。*我跪下,将双手放到地板上。我将我的右手往前放,然后是左膝;我的左手,然后是右膝*。(直线爬行,X式的描述。)用这只玩具熊比画给我看看。(还是X式。)

朱尔(10岁3个月) 与他们相反,他开始描述的是Z式,然后使玩具熊按N

式爬行。你刚才也是这么说的吗？*不太一样，我说两手和双脚一定得在一起。*再试试看。（先作 N 式的描述，然后也按 N 式爬动。）爬得快点。（按 X 式爬行。）你是怎么做的？*左腿和右手，左手和右脚*（换言之，这是 X 式）。

在第二水平，清楚地存在着爬行动作方面个人的掌握或认知。如果像我们已经做出的假设那样，只有指导感知运动动作的那些不自主的调节才能使之成为可能[10 岁儿童的爬行（事实上是任何年龄的人的爬行——见第 683 页的注解①）的不自主调节显然比四五岁的儿童的不自主调节要少些]。那么，这种个人的掌握或认知是怎么出现的？这些直接或间接的主动调节对处于ⅡA 水平尤其是ⅡB 水平的受试者做出准确描述能发挥多大的作用？

在这方面，两种类型的反应值得评论。实验者的询问可能会中断，至少受试者活动的不自主性可能会中断，从而导致受试者"停下来想"。这就引进了一个选择的成分，而且将迫使受试者有意识地对他的下一个动作做出决定。下列三种方法能引起这种反应。

(a) 可以要求受试者慢慢地爬行，并尽量准确地观察他的动作（对于像马尔那样自发这么做的儿童来说，没有必要提出这一要求）。当然，这里将原来的速度降低便减少了不自主性。要求儿童爬得快点（例如朱尔的例子）也属于这种方法。

(b) 可以要求受试者按照他们自己刚刚描述过的那种式样来爬行，这将使他们爬行的速度降低，这样做也减少了不自主性。

(c) 最有效的方法是要求受试者停止爬行，然后要求他再开始爬（见杰恩的例子），这也将中断不自主性。

事实上，所有这些方法在很大程度上证明它们对于ⅠA 和ⅠB 水平是无效的（七分之二的受试者仅仅从 Z 式进展到 N 式），而对于第二阶段的受试者却是有效的（六分之五的受试者至少从 Z 式进展到 N 式，而且，如果将ⅡA 和ⅡB 水平综合起来看，九分之八的儿童都取得了这一进步，其中有些儿童最终做出了 X 式的描述）。

处于ⅡB 水平的受试者的例子说明了第二种类型的反应，他们自发地描述了 X 式，因而他们并没有陷入先前的那些范畴（至少在他们不自主的动作中断之后进展到了 X 式的描述）。在这里，受试者很可能从一开始就考虑到如何做出正确的动作，在这么做的过程中，也就找到了某些替代他不自主动作的选择（我们每个人也都有过这样的情况，例如，在我们下楼走到楼梯的中央时，出于某种原因，突然地主动控制我们的脚步，这样我们很可能就不必要放慢下楼的速度）。

不管这些评论看起来是多么有道理，但还没有解决这一问题：即使不自主性减少并使受试者开始考虑他的动作的各种因素，在ⅡA 水平（看来这时开始具有运算的可逆性）之前没有造成积极影响的原因究竟何在？事实上，在这种可逆性和受试者（通常是不自主的和半不自主的）意识到动作之间有着密切的自然联系，而且，在对动作的意识能够同不自主性相抗衡之前，他必须要达到一定的概念化水平。实际上，如果要求一个

处于第Ⅰ阶段的受试者按他说出的那种式样爬行,那么他一般还是按原先的式样来爬(处于ⅠB水平的科尔和阿特例外),不过他会在这样做的时候稍微有些犹豫。而从7岁往后,所有的受试者都修改了他们的动作。看来这预示着倒摄作用(retroaction)的开始,而这种倒摄是内在于儿童决定他的实际行动之中的。是倒摄作用导致可逆性原则的掌握,还是可逆性原则的掌握导致倒摄作用?显然,要解释可逆运算的形成,人们必须要考虑到动作的修正,而且我们也曾经常地强调预见和倒摄在这种发展中的作用。在这方面,此处所研究的动作之不自主的本质特征是一个相当特别的事例。然而,正因为它特别,所以它只有在这些动作水平总的背景下才能得到解释。从这个观点出发,唯一能有效地说明八九岁的儿童不自主反应逐渐减少的原因,就在于引导这个阶段的儿童之倒摄和预见的一般倾向,而这种一般倾向在受试者总的行为中比在本章所分析的特殊情境下表现得更为清楚。同在所有类似的情况下一样,在这里,受试者为了对那些早期的歪曲进行正确的概念化(在ⅠA和ⅠB水平,这些歪曲使受试者不能对自己的动作进行准确的观察),必须求助于推理的协调,而这些推理的协调将使他看清那些与他的预料相矛盾的观察。自然,他的观察受到歪曲的程度越大,延迟获得这些协调的时间也就越长。

第二章 投石器投掷的物体路线①

本实验所利用的投石器是最简单的那一种：一个直径为 5cm 的木球，它拴在一根细绳的一端，在受试者拿着细绳的另一端将小球挥动几圈之后，将握着细绳的手松开，使木球击中一个目标。即使是非常年幼的儿童也会设法这么做。根据迪奥多·德·西西里(Diodore de Sicile)的说法，巴利阿里群岛的居民尤其精于此道，因为母亲常常将她们孩子的面包挂在一根小棒上，如果小孩不能利用他们的投石器击中面包，那么他们就得挨饿(狄德罗和达兰贝尔编：《百科全书》，1751 年版，第 337 页)。然而，感知运动方面的成功往往不能导致准确的概念化(这里是指不能系统地概括出如何瞄准以及物体的飞行路线)，而发现其之所以如此是非常有趣的。

为了明确起见，本章自始至终都要求读者想象一幅钟面，用以代表投石器旋转时的圆圈(见图 1)。目标和受试者的位置，投石器在旋转圆圈上由于受试者松开手而飞出去的点(以“飞出点”称之)都要参照想象中的钟面来加以表示。

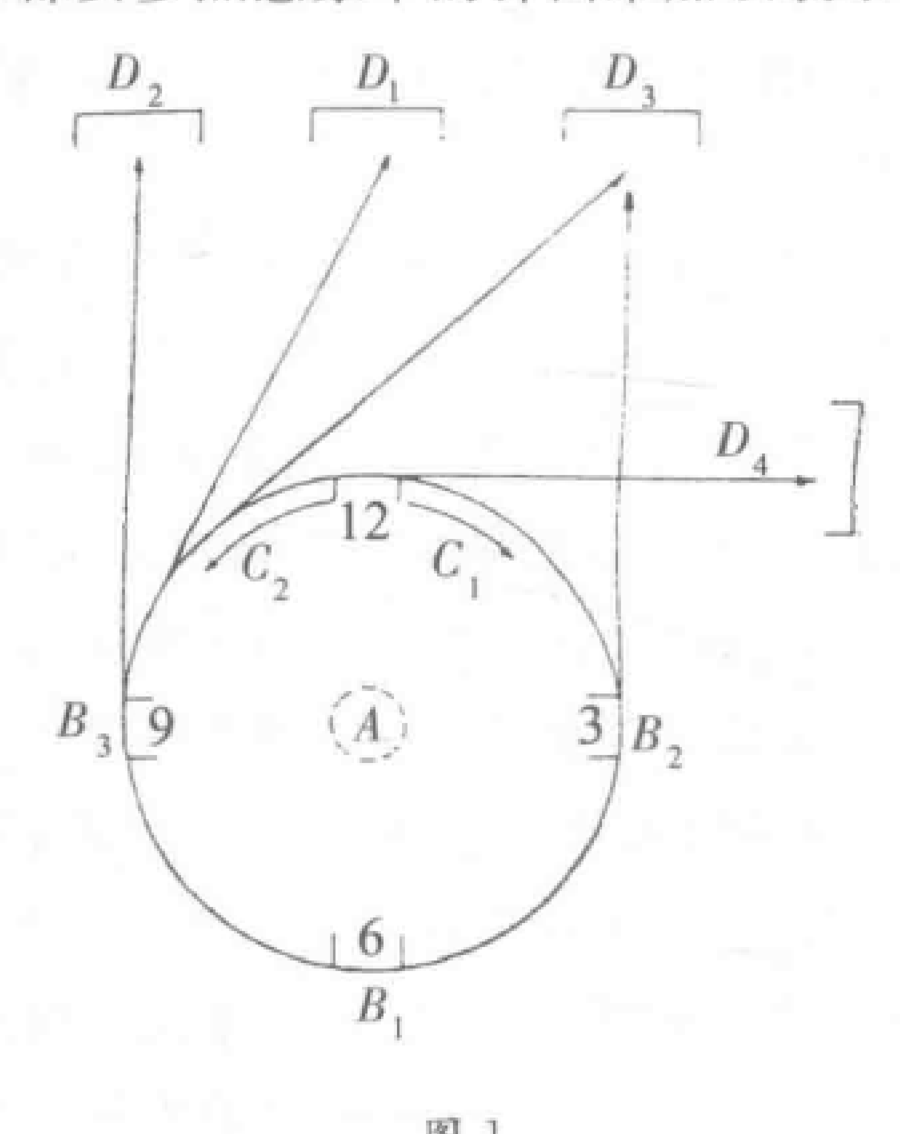


图 1

A：旋转投石器时手的位置。

B：受试者可能的位置。

C：木球旋转的方向(C_1＝向右旋转，C_2＝向左旋转)。

---

① 与米克朗艾拉·福禄克吉革(Michelangelo Flückiger)合作。

D：目标（长方形纸盒子）。

1－12（圆圈上只标出3、6、9、12）：当受试者放开细绳时，小球在旋转圆圈上飞出去的位置。

注意：只有在补充实验所描绘的那些情境中，盒子的上部才能打开。

在多数情况下，实验开始时，实验者握住细绳的一端，同时说明位于细绳另一端的木球的旋转运动（木球的旋转圆圈为水平位置，与地面平行，木球不指向任何目标），要求受试者说出，如果松开握住细绳的手，木球将往哪个方向飞。虽然实际的飞出点并没有具体指定，但实验者有时将木球按顺时针方向旋转（因而用向"12点的右面"转表示），有时则按逆时针方向旋转（用向"12点的左面"转表示），以便看清儿童能否预言相反的方向。然后让受试者自己试一试，而且只有在受试者自己试过之后，才将作为一个目标的长方形纸盒子拿出来。儿童必须将木球扔进这个纸盒，而要做到这一点，他只需在木球旋转时将手松开即可。在另外一些情况下，实验开始时，实验者要求儿童旋转投石器，然后将手松开把球送入纸盒中。受试者在这两种情境中的反应都很有启发性。

关于有目标的那部分实验，开始时纸盒放在圆圈的外部，在12点钟的地方，受试者蹲在圆圈外6点钟处。纸盒放置的位置要使木球右旋到9点钟位置时松开细绳、左旋至3点钟位置时松开细绳能击中。由于几乎所有4岁及4岁以上的受试者都会旋转木球，所以，受试者无须进行身体动作方面的训练就能达到本章所描绘的那些标准。当然，有些儿童比另一些儿童能更快地将木球送入纸盒之中，而且，我们自然要对他们做出反应的所有差异加以非常仔细的分析。因为如同我们已经说过的那样，我们的主要兴趣在于儿童怎样才能意识到自身的动作，所以向每个受试者提出一个基本问题：他在什么地方松开木球？他可以口头回答，可以简单地在地板上做个记号（例如，可以在地板上画一个"十"字），可以画一幅图，可以慢慢地重复他的动作，也可以向实验者说明怎样才能使小球飞进纸盒。此外，实验者也可以改变目标的位置（放到12点钟的右边或左边），可以改变受试者的位置，也可以询问受试者：如果在一个特定的位置松开细绳，木球将飞向何处？正像下述例子所显示的那样，在7－13岁的第Ⅲ阶段之前，儿童实际上做的同他所说的做法之间仍有很大的差距。

最后，如同本章后部分将要描述的那样，实验者将整组受试者带出教室，来到学校的操场上，要求他们站立在那里并在空中挥转投石器。最初，实验者并不详细说明旋转的平面：垂直、倾斜或水平（在儿童的头顶或他的面前）。当然，在必要时，实验者要做一些暗示。在这里，为了判断儿童对他动作的描绘，画图是必不可少的。

ⅠA 水平

例子

罗沃(4 岁 7 个月)　先让她看一看埃拉(4 岁 10 个月)是怎么做的。埃拉做成功了。罗沃解释道：*他转动，它走进了纸盒*。他是怎么做的？*因为他没有……他让它转了很久*。埃拉又做了一次，没有成功，罗沃认为，这是因为*他转了很久*。他应该怎么做？*少转一会儿*。然后罗沃试了 3 次，每次都是将投石器挥成圆圈，然后在大约 6 点钟的位置停止转动，再把球抛出去。你做得同他一样吗？*是的*。在又做了 3 次类似的试验后，埃拉告诉她，*你只要转它就行*。罗沃照他说的做，在大约 6 点钟的地方松开手，木球飞进了纸盒。此后，她有时在大约 4 点钟的地方(左转)松开球，有时是抛球。她几次抛球的位置是在 6 点钟而不是 12 点钟的地方，似乎木球应该从受试者所在的位置出发，沿着钟面的直径穿过钟面而到达另一边的纸盒。

汤姆(4 岁 5 个月)　开始实验时没有放置目标，他成功地模仿了转动动作。如果松开手，木球会怎么样？*它会转圈，然后飞出去*。飞到哪里？*那里*(大体上相反的位置)。*如果你将它转得很快，它就转到那里*(房间的后面)。他没有认识到，木球的运动轨迹既决定于它飞出去的位置，也决定于旋转的方向。实验者扮作目标，并站在他的对面，汤姆起先在 12 点钟的地方(右转)，后来在 6 点钟的地方放开木球(他显然认为，木球将径直地从 6 点钟的位置出发穿过 12 点钟的位置以达到目标，然后木球就飞到了左边)，最后在 9 点钟的位置放开小球(这样做是正确的)。木球怎么飞？*从另一边*(左边与右旋相对)，*它飞得太远；像这样*(右旋)，*它就到那里*(目标)。当实验者要求他说出他是怎么做的时候，他说，*你得想法让它转得快，然后它就到那里了*(没有具体指出方向)，丝毫也没有提到松开手的位置。怎样才能让它飞到那里(一边)？*你一定得站到那儿*(相对的位置)。要飞到那里呢？*站到那里*(还是相对的位置)。在实验者几次正确地松开手之后对他说，指给我看看它怎么飞。*像那样*。(同罗沃一样，他模仿着转了几圈，然后在与目标相对而靠近受试者的地方松开手。)你怎么才能使木球到那里(到一边去)？*那太远了*。

赫尔(4 岁 10 个月)　在开始做实验时便放置了一个目标(纸盒)。他向右旋转，没有击中目标；然后向左旋转，并无意识地在 3 点钟的地方松开手，几乎使木球飞进纸盒。你旋转木球的方向同击中目标有没有关系？不管怎样转，木球总是飞向同一个方向吗？*是的*。向什么地方飞？*向一个地方飞*。在经过几次失败(未击中目标)之后，他将木球弄进了纸盒(在 7、8 点钟之间)，不过他是用他的手将木球推向

目标的。你在什么地方让木球飞出去？这里(12点钟的位置)。如果你倒过来转呢？你一定得让它转过来走。哪里？这里(球的运动轨迹是从6点钟到12点钟)。

埃拉(4岁10个月) 开始实验时没有放置目标。如果你松开手，木球往哪儿？它一直往前走(即木球运动的轨迹不是一个圆)。哪里？它飞到任何地方。试一试。(右旋。)如果倒过来转呢？一样的。放置一个目标，在第3次尝试时取得成功，在第3次尝试时，大约在8至9点钟的地方松开手。倒过来转呢？松开手也是一样的。(尽管他这么说，他还是使木球进到了纸盒。)你一定得在什么时候松开手？当木球在……当你看见纸盒时，你就得松开手。

伏格(5岁3个月) 实验时没有放置目标。它将到处飞，飞到这个角落。(当木球左旋时，她指向她的左前方，这个方向可能是正确的。)如果你倒过来转呢？(在回答之前她就松开了手。)那里(指向左边)。将目标放在12点钟的地方，她没有使木球达到目标。为什么它不能到纸盒里去？因为它转。你在什么地方松开手的？这里(圆圈中央她的手所在的地方)。木球到了哪里？这里(6点钟的地方，这里靠近她本人所在的地方，木球的运动轨迹还是沿着圆圈的直径)。在经过几次非常接近目标的失败的尝试后，她还是指出6点钟处是松开手的地方。

看来这一点的确是非常清楚的，即这些年幼的儿童是通过发现(尽管这种发现要经历尝试与错误的过程)正确松开手的地方来设法使木球进入纸盒的。在这方面，人们很难分析本体感受信息(proprioceptive information)的作用以及来自这个阶段儿童动作之结果的感知运动调节作用。受试者关于他的动作的认识和解释更重视他自己所在的位置以及他所用力量的大小，而不太注意目标之可以观察到的特征。但受试者对于下述意见是一致的，即一旦松开木球，木球不再按原先旋转时的圆圈转动，而是向圆圈外"一直往前走"(埃拉)，也就是说，木球运动的轨迹是在圆圈之外，尽管他们并未特别指出这个轨迹究竟怎样。

在作了上述说明之后，下面我们首先要考虑的是，在没有放置目标的情况下，受试者所预言的木球右旋和左旋时的运动轨迹。当然，木球运动的终点取决于木球之释放点以及旋转木球的方向。只有达到第三阶段的受试者才能够理解真正的运动轨迹。然而，如果不放置目标，从ⅠB水平往后，儿童便想象，当木球左旋时，它总是向左边飞出去，而右旋时，总是向右边飞，一直飞到我们姑且称为"特别区"的地方——也就是说，如果旋转的次数少，那么木球将(根据旋转的方向)飞向受试者的右边或左边；如果旋转的次数多，那么木球就可能落到他的后面。这些在12点钟处左边或右边的运动轨迹也可以用一种抛掷的动作来形成。在ⅠA水平(这时的抛掷的观念比较牢固)，在"无目标"的情境中，受试者很少根据旋转方向接受这些"特别区"。一般说来，受试者不关心释放点，而且为一种旋转方向仅预测(例如汤姆就是如此)一个运动轨迹或一个他满意的(朝向目标的)运动轨迹，或者也为另一种旋转方向预测一个他不满意的运动轨迹(太远了)。伏格甚至没有提到她自己看到的那些结果。

当处于最初的ⅠA水平的受试者瞄准一个目标并最终击中它时，他们关于如何才能取得成功的观念表现出一些显著的特征（比他们还要年幼的儿童可能根本没有任何想法）。第一个特征是这么一种倾向，即为了使木球进入纸盒，受试者的位置必须与纸盒相对（例如汤姆就是如此）。这便导致了第二种反应：当问到他们什么时候释放木球（或者更简单些，要求他们将做过的描绘一下）时，受试者指出的释放点往往在最接近他自己的地方（如果目标在12点钟处，那么释放点便在6点钟处），好像木球是笔直地穿过圆圈的直径（6到12点钟）而达到目标的。罗沃甚至强调指出，存在着两种不同的动作：将球转动几圈，在接近6点钟时放慢速度，然后从6点钟处抛向12点钟处的目标。与此相反，汤姆和伏格则认为在转动后将球松开，不过他们的概括仍然符合罗沃的两种不同的动作。赫尔起初认为（类似于稍微进步一些的处于ⅠB水平的受试者），释放点在12点钟处（实际上是在7至8点钟处），但在按相反的方向转动了投石器之后，他还是指向6点钟的位置。这表明，对于他来说，木球首先应该从6到12点钟穿过圆圈。与此相对照，埃拉认为，连接受试者和目标的那条线不是从他所在的位置开始的，而是从他"看见纸盒"的那个地点开始的。这就解释了有些处于这一水平的儿童正确地认为球的释放点在9点钟处而不在其他地点（例如12点钟处）的原因，这同随之而来的情况是相似的——为了判断正确的释放点，儿童便往往从概念上将瞄准目标的需要（而且不仅仅是他的身体动作上的瞄准）同旋转的圆形运动轨迹协调起来。当儿童看着别人（不管是实验者还是另一个儿童）做时，有时便能够较好地确定释放点，因为这时他不再全力关注自己的动作。这些年幼的儿童中的有些儿童最初做出的正确回答（后来他们便更注意自己的动作，因而准确性便降低了）来源于对这项任务的一种最简单的观点。而年长的儿童则看到了更为复杂的问题。

ⅠB水平

虽然在这个水平的反应中没有真正的同质性，但它们清楚地表明了在ⅠA水平和ⅡA水平之间的过渡阶段。受试者可能不再认为与目标相对是必不可少的；或者，（在不放置目标的情况下）他现在可能预见，木球将沿着他旋转目标的方向飞出去；或者，他可能认为释放点在12点钟处或另一个地点。但是同处于ⅡA水平的受试者不同，处于这个水平的受试者并没有全部掌握上述三个方面。

例子

鲍尔（4岁7个月）　*在没有放置目标时预测，如果向右旋转，木球将向右飞；如果向左旋转，方向就不一样，它将走到另一条路上（向左方）。当放置一个目标并*

在后来移动它时，他还是使自己挪动到与目标相对的位置上，而且事实上他的确使球进到了纸盒里面。他认为释放点在12点钟处。

卡尔(5岁8个月)　在大约11点钟处放开了球并取得成功，但他认为，木球是在与目标相对的12点钟处离开他的。在不放置目标的情况下他预测，如果向右旋转，木球将向相反的方向或向右飞出去；如果向左旋转，木球也将向相反的方向或向左飞出去。不过，当放置了目标让他再试一次时，他在9点钟处松了手，并且认为他是向左而不是向右旋转的，同时承认他是在木球转到12点钟处之前放开的。

塞尔(6岁整)　她首先想到，木球将在她松开手的那个地点掉到地板上，然后注意到它*走得很远*，但没有预见走向什么方向。然而，当在12点钟处放置目标时，她在9点钟处释放小球，却认为释放点在12点钟处。当投石器逆向旋转时，她在2点30分处松开了手。木球走向何处？（塞尔仔细地检验了正、反两种旋转，然后在6点钟处释放木球，指出木球先走向12点钟处，接着再向前走进纸盒。）如果你倒过来转，能不能对准纸盒？*能*。你在什么时候松开手？*这里*(12点钟处)。

雷恩(6岁4个月)　在向右旋转的情况下她没有预见木球的运动轨迹，但认为，如果向左旋转，木球将在12点钟处一直往前走，或者走向左边。放置目标时，她随即便成功地在9点钟处松开手，认为她所处的位置可以改变，不必一定要与目标的位置相对。然后，在再一次取得成功之后，她还是认为球要穿过圆圈：从6点钟处到12点钟处再到达目标。接着她说，*当我看见木球在这条线*(从12点钟处到目标)上时，*就松开手*。但是，如果球未进入目标，*它靠近这里，但在它走到纸盒之前，它转过去了*。后来她说，*如果你这样*(向右)*转，木球将走向右边；如果这样*(向左)*转，它就向左转*。然后她反复9次指出，释放点在12点钟处。

ⅠB处水平获得的进步仅仅是部分的，而且不同的尝试者所取得的进步也不同，没有任何清晰的模式。

ⅡA水平

例子

费拉(7岁7个月)　她还没有完全达到ⅡA水平。她所处的位置在6点钟处，而纸盒在12点钟处。你在什么地方让木球飞出去？*那里*(12点钟处)。能试一试吗？（木球在9点钟处释放，几乎达到纸盒的左缘。）*我应该让它在稍微再靠近这里*(1点钟处)*的地方松开它*。所以假定她从9点钟而不是12点钟处加以纠正，

那她的回答就是正确的。事实上，她后来释放球的地点是在7点钟处。你在哪里让它飞出去的？*这里*（10点钟处）。*我做错了*。她将自己所处的位置改到靠近9点钟处，并成功地将释放球的地点也改到9点钟处。它为什么走进了纸盒？*我稍微往那里去了一点儿，到这一边。像那样，你就能使它稍微向那边走*（球从9点钟处向2点钟处直线运动），*这样球就走到那里*（似乎这个球在2点钟处拐了一个尖角进到了12点钟处的纸盒）。然后实验者移动了纸盒，并将它放到6点钟处，而她则在9点钟处。费拉成功地在3点钟处松开木球。你在什么地方让它飞的？*这儿*（12点钟处，似乎在木球进到盒子之前一定得走一条从12点到6点的直线）。接着实验者提出自己想按她所说的做一下，这就是说，她必须在应该释放球的时候大声地告诉实验者。然后她走到6点钟处，而目标则放在对应于12点钟的地方。费拉在12点钟处说"放"（不正确）。我应该在这之前还是之后松开手？*之前*（指向10点钟处）。随后费拉自己又做了另一种尝试，在9点钟处释放小球，取得成功，但她还是将释放点指在12点钟处。它不是从这里（9点钟处）飞的吗？*不是，是在那里*（10点30分至11点钟处，这是在9点钟与12点钟处之间的中间点）。

考尔（7岁6个月） 开始时未放置目标，她正确地指出，如果向右旋转，木球*走到那里*（向右），而且只能向右。它能不能走到别的什么地方？*能，那里*（她一边指着墙，一边移动自己的位置，使之与墙相对，并指出一条与墙相垂直的运动轨迹）。然后她又向右指出了一些运动轨迹。怎样才能使球到我这儿来（实验者站在靠近12点钟处）？（她正确地在9点钟处放开木球，但是却将释放点指在12点钟处。）*我是在这儿让它走的*（12点钟处——然后她实际上也是在12点钟处释放小球的，但未进入目标）。现在该在哪里放开小球？*那里*（10点钟处，这是一次很好的纠正）。如果我走到这里（相对于12点钟处），该怎么做呢？*那里*（2点钟处，接着又做了一次准确的校正）。如果我走到这里（7点钟处）呢？*那里*（7点钟处——她的第一次尝试没有成功，后来又试了一次，并正确地在左旋时于接近8点钟处、右旋时于接近6点钟处释放木球，这显然有一种良好的运动调节）。你是在什么地方让它飞出去的？*那里*（她分别指向7点钟和7点30分处，而实际的释放点分别是接近8点钟和6点钟处）。她画了一条弯曲的运动轨迹，它开始于目标相对之处，并垂直于切线。

马尔（7岁6个月） 开始时在与12点钟相对之处放置了目标（儿童的位置相对于6点钟处）。*我击中了目标*（他在8点钟处释放木球，未达到目标）。你是怎么做的？*我松手的时间太早了*（第二次尝试时在9点钟处释放，成功了）。然而他却将释放点指向10点钟处。又做了一次尝试，在8点钟处释放木球，未达目标，再一次尝试的释放点在9点钟处，取得了成功，但他指出的释放点是在11点30分处。将纸盒移到相对于1点钟处。现在你在什么地方放开木球？*那里*（1点钟处）。根据实验者的要求，他在释放点画了一个"十"字记号，但随后他却在超过这个记号的

地方释放木球。现在我要来试一试,你告诉我该在什么地方放开小球。*就在画“十”字记号的地方*(实验者按他说的做,但没有达到目标)。*它不是正好在画“十”字的地方……你让它向右走,但它不向右,因为当它转着圈的时候,木球还是要转圈*。然后将纸盒放到相对于10点钟处的地方,这孩子做了好多次尝试,以使他能够真正做好。在做第16次尝试时,在右旋时他在8点钟处释放木球,而在左旋时则在4点钟处释放。你是怎么做的?*当你看到球在那儿*(10点钟处)*时,你看见它在那儿,然后你就放开它*。在又做了几次尝试之后,要求他在8、9和10点钟处之间做出选择,他指向了9点钟处,这是他实际的释放点和他认为的释放点(概念化)之间的调和。

托恩(8岁6个月) 纸盒放在相对于12点钟处,在8点钟的地方释放木球(未达到目标)。*它走到了*(纸盒的)*左边,因为我是在木球到这儿*(11点钟而不是8点钟处)*时放开它的*。你应该在什么地方放开它?*那里*(12点钟处,她打算这么试一试,但实际上在8点钟处释放木球)。*它又飞掉了*(飞到目标的左侧)。你是想改变一下放开木球的地点呢,还是照老样子做?*还是照原来的做,瞄准得好些*。你能瞄准目标吗?*不能*。我呢?*你能*。你是不是告诉我你想让我在这儿(12点钟处)放开小球?*不,再过去一点*(1点钟处。她考虑到假定的,而不是实际的释放点8点钟处,将释放点向右做了移动)。她又试了一次,在8点30分处释放,但用她的手推这只木球。*它总是要走到别的地方去*。怎么会这样?*因为我瞄得不准*。再试一试。(在8点30分处释放。)将这个(木球)放到你松开手的地方。(将它放到11点钟处,然后却在9点钟处释放木球,成功了。)好。你在什么地方放开小球的?*这里*(11点30分处)。我想来试一试,你告诉我应该什么时候放开小球。(她说应该在12点钟处,而木球却飞向了这个孩子。)*它到我这儿来了!* 我是在什么地方放开的?*这里*(2点30分处,正好与她所在的位置相对)。尽管如此,她还是说在12点钟处让小球飞,她将失败归于这么一个事实,即木球走得太慢。她自己又试了一次,在8点30分处释放木球,然后在10点钟处释放并取得成功,但她指出的释放点却是12和11点钟处。她甚至没有意识到她改变了旋转的方向,改变旋转方向后的释放点是2点30分处,取得了成功,但后来的3次(释放点分别为1点钟、3点钟、3点30分处)都未达到目标。你什么时候使木球进入纸盒、什么时候没有使木球进入纸盒?*如果我在这里*(2点30分处)*让木球飞出去,就没有达到目标*(所以她的确认识到了她的错误);*如果我让它在那里*(12点钟处)*飞出去,就能使它进入纸盒*。仔细地看了看。(2点30分处,成功。)你在什么地方让它飞的?*那里*(1点钟处)。最初的绘画几乎是正确的(木球开始时的运动轨迹是圆圈的切线,然后向纸盒方向弯曲),但随后画的一些图画却同她的概念相匹配(木球的运动轨迹与纸盒相垂直)。你看,我要让小球在这个地方(9点30分处)飞出去(成功了)。(托恩感到很惊奇。)*它走进了盒子*。我是在什么地方放开它的?*那里*(12点钟

处)。再看一看(释放点为9点钟处,成功)。*我松开手的时间对不对*?*不对*。是吗?*是的*。

维尔(8岁整)　向左旋转,在2点30分处释放木球,取得成功。你在什么地方松开手的?*那里*(1点钟处)。*它笔直地飞到了纸盒的角落*。它是怎么转的?*这样*(向右,错了)*绕着我的手转*。当实验者在10点钟处释放木球并取得成功时,她认识到那是正确的释放点,因为木球进到了盒子里。但随后不久,当要求她画一幅图时,她画了一条从12点钟处到纸盒的直线。在什么地方释放小球才能保证使它进入纸盒?*那里*(12点钟处)。

乔斯(8岁整)　在9点钟处释放时,取得了成功;在8点钟处释放时,木球几乎到达纸盒。他指出的释放点先是12点钟处,然后是11点钟和10点钟处。这样,他的概念化过程便逐渐接近对事件的真实认识,这表明他接近ⅡB水平。过了一会儿,当要求他标出释放点时,他说,*释放点越往左移,球就往左走得越远,如果往这儿*(与目标相对处)*靠,它就走进了盒子*。当实验者(左旋)在3点钟处释放木球时,*你做的是对的,但木球笔直地走……有时它走得有点直,有时走得有点弯*。(再做一次)*它一直*(沿着切线)*往前走,它没有转弯*。

依沙(9岁2个月)　开始时没有放置目标,在正确的一边或与她相对的一边预见了几个释放点。然后放上纸盒,她在6点钟处(与12点钟处相对)、8点钟处释放木球,并两次在9点钟处释放,取得了成功。你在什么地方松开手的?*这里*(12点钟处)。后来又在11点30分和12点30分之间作了一些改变,然而实际的释放点却在9点钟和10点钟之间,并取得了成功。

科尔　8岁10个月时和9岁整时各做一次实验。在8岁10个月时的实验中,她最初的反应同上述受试者的反应相似;她将木球未达目标的原因归结于这一事实,即*她距离纸盒还不够近*。当实验者拿起投石器时,科尔建议他在12点钟处释放木球。后来,在木球未达目标时,她认识到这是因为*你没有稍微早一点松开手*。在清楚地确定了释放点之后,她说,*木球飞到了这一边*,等等。但在做了释放点位于9点钟处的尝试之后,她根据自己的记忆作了概括:*如果我让它从这里*(12点钟处)*飞,它就能到那里*(稍微靠近目标的右边)或*那里*(纸盒)。9岁整时做的实验表明,她发展到了ⅡB水平。

所以,在没有放置目标的情况下,所有这些受试者开始时都认为,根据木球旋转的方向预见木球向左或向右是可能的,不过他们还不能具体说明实际的方向,当然,他们也不能具体说明木球运动切线的起点。他们只是指出一个特定的区域(这个区域可能有些变化),而没有考虑到释放点。此外,不管这些受试者本人或纸盒位于何处,他们都能使木球达到目标。这从两个方面向我们提供了实际动作的非中心化的证据,因为在这些儿童关于运动轨迹的预见中,他们比第一阶段的受试者更注意客观的特征。所以,除了暂时处于中间阶段的费拉(当目标置于与6点钟相对的位置时),其他受试者都不

认为木球将穿过旋转圆圈(例如,从 12 点钟处径直到 6 点钟处再达到目标),因而也不再画出一条从受试者到纸盒的直线。

ⅡA 水平之最一般的特征是,尽管取得了成功,但还有这么一种强烈的倾向,即将释放点的位置概括为直接相对于目标(例如,如果目标位于相对于 12 点钟处,那么释放点就在 12 点钟处,虽然实际的释放点是在 9 点钟处)。对有些儿童(如 8 岁 6 个月的托恩)来说,这种倾向相当强烈,甚至在实验者做实验时,她还是始终坚持释放点是在 12 点钟处。虽然另外有些受试者(如马尔)在实验者做实验时正确地指出了释放点,但他们最后还是在实际的释放点和最初的回答(释放点在与目标相对的位置)之间作了调和。

当然,在未放置目标时儿童的回答同实际情况(即他们预见木球将从旁边而不是垂直于目标处飞出)之间存在着矛盾。如果考虑到这一点,他们也将指出释放点在旁边而不是与目标相对并垂直之处,这主要是因为他们实际上做的正是如此。于是,他们对于释放点位置的概括即与未放置目标时的预见相抵触,也与放置目标时他们自己的动作相反。

然而,在相对于目标的释放点位置和事先预见的木球运动路线之间的矛盾并不像看上去那么大,它可能只是一种不充分的协调形式。在没有放置目标的情况下,当受试者转动木球并在随后释放它时,他认为,木球将根据其旋转的方向飞向右边或左边,所以一旦细绳不再控制木球,木球就被抛出。不过,只要放置了目标,受试者就努力瞄准它。一般说来,在将木球向一个长方形的纸盒(目标)瞄准时,你就在寻找一条垂直于目标的运动轨迹。在受试者的动作中,两种连续的手势(开始时的旋转以及对目标的瞄准)很快就得到了协调。由于有受试者的运动调节,所以当目标置于 12 点钟处时,他就在 9 点钟附近将球释放。

在儿童的概念化中,仍然有两个时刻或两种不同的动作(例如处于ⅠA 水平的罗沃就仍然做出两种动作:先是旋转,然后是抛掷)。因此我们就看到了这样的情况:只要不放置目标,便在旋转的方向上释放木球;如果放置了目标,那么就试图向目标瞄准并抛掷木球,释放点则相对于目标。儿童对于任何明显的矛盾看来并不介意,而是把两种不同的动作(旋转以及通过从相对于目标之处抛掷来完成的瞄准)加以连续或并列使之协调起来。他丝毫也不明白,木球将沿着木球旋转圆圈的切线飞出去。因此在他的概念中,木球的释放点是在 12 点钟处。

在这种不正确的动作概念和得之于(早在 4 岁时就具有的)感知运动调节的对于动作本身的良好协调之间,存在着十足的矛盾。所以这里的主要问题是,虽然现在当受试者思考时,将竭力反省他的动作过程,而不是不太自主地进行这个动作(这纯粹是由于感知运动调节的结果),但他对于动作的概念仍然有很大的错误(这种错误比ⅠA 水平的要小些。在ⅠA 水平,木球的运动轨迹被认为是沿着木球旋转圆圈的直径穿过圆圈,而处于ⅡA 水平的这些受试者则认为它只是半径的伸延,不过这仍然是一个较大的残

余错误)，其原因究竟何在？所有的这些事例都表明，这些受试者是一种假矛盾的"受害者"，而这种假矛盾使他们拒绝接受亲眼所见的清楚的证据。在这个具体的事例中，这种假矛盾产生于这一事实：如果一个运动物体飞向一边(例如，运动物体从旋转运动轨迹的某一点上飞出去)，儿童便认为，除非该运动物体从相对于目标的那一点上径直走向目标(这样，物体的运动轨迹是一条半径的伸延，或者，物体的运动轨迹在相对于目标的那一点上垂直于圆圈的切线)，否则它就不能达到目标。正像我们刚才看到的那样，这种不相容性来自不充分的矢量协调。但它在这个水平上并不是毫无意义的(事实上，它比在ⅠA水平更有意义，就像我们已经表明的那样，在ⅠA水平上，诸如埃拉等一些受试者对事物的观察已接近完全正确，因为在他们的实验中，并未要求他们说出他们看到的一切)，它导致了这么一个显著的现象，即拒绝相信他们肯定已经看到的东西(当目标处于12点钟处时，释放点在9点钟或2至3点钟处)。在这个事例中，由于这种假矛盾，所以他们认为实际上看到的东西是不可能的，并因此而拒绝它，这与不同情操之间的矛盾(这也是一种假矛盾)能够影响情感倾向的情况是完全相同的。

ⅡB水平：认识的开始

例子

彼得(8岁8个月) 在未放置目标时，他精确地描绘右旋和左旋时木球的运动路线；但在放置了目标时他坚持认为，要达到目标，木球的释放点必须在12点钟处。实验者拿着投石器，要求受试者说出该如何做。彼得说旋转到12点钟处，然后说9点钟处，接着重复4次说12点钟处，实际上没有一次是在他说的地方将木球释放的。最后，木球在12点钟处释放。在释放木球时，彼得随即说，*你一定得让它在这里*(10点钟处)*飞出去*。然后他自己拿着投石器向左转，并在2点钟处释放。*你是在什么地方让它飞出去的？这里*(7点钟处，几乎与目标的位置正好相对)。实验者旋转投石器，并似乎要在7点钟处释放木球，彼得立即说，*我敢肯定它能走到那里*(正确的运动轨迹)。随后他正确地指出了自己的释放点。

科尔(9岁整) 在第二次对她做实验时，她的做法同8岁10个月第一次实验时的做法相同：她在9点钟处释放木球，达到了目标，但她却说是在12点钟处释放木球的。与此相反，当换一个方向旋转木球时，她认识到释放点是在2点30分处。*如果你再换一个方向转，那么应该在什么地方松开手？那里*(10点钟处)。但她画出来的却是一条起始于10点钟处、终止于目标右侧的斜线，在斜线的终点又突然改变方向(大约120度)，使之与纸盒连接起来。*它可以笔直地走，也可以拐弯*。第

二次的绘画将突然改变方向处换成了一条曲线,而不是原先的一个角。

格恩(9岁5个月) 她说,在未放置目标时,它会拐弯,*它将走到那里*(大体上是一条笔直的切线)。如果你换一个方向旋转呢?这里(相同),*因为你在哪一边放开,木球就飞向哪一边*。放置了目标以后,她画出了一条弯曲的运动轨迹,并坚持认为木球一定得在12点钟处释放。但是在经过几次尝试之后,她对两种旋转方向分别指出了9点钟和2点钟处为释放点。你是怎么确定释放点的?*几乎是笔直地到达目标*。然而,当用一根木桩来代替纸盒时,她说,*你不能让它在这里*(9点钟处)*飞出去,因为它要飞向右边。你一定得在这里*(12点钟处)*让它飞*。在经过了几次试验之后,她又将释放点分别指定为9点钟处和3点钟处。然后,当在木球必经路线的边上放置一个障碍物时,格恩想象,木球将走一条曲线。她画了几条"Z"字形的线,或者*像那样拐一个弯*(两条直线之间夹一个圆头的角)。最后,在9点钟处释放木球之后,她还是在12点钟处释放木球,并画了一条垂直于纸盒的直线,然后自己作了纠正,指出释放点在9点钟处。

所以,这些受试者在开始时的实际释放点是9点钟处,但他们仍然认为球是在12点钟或1点钟处释放的,然后自我作了纠正。那么,他们为什么能做出这种纠正呢?显然,这不是一个对实际情况进行观察的问题,因为比他们年幼的受试者也能够做到这一点。看来,迄今还存在着那种妨碍年幼的受试者相信亲眼所见的事实不可克服的矛盾已经被某种推理能力所克服,所以处于ⅡB水平的受试者的回答便逐渐地越来越准确。因此,这种推理只能是运算性的,而且它很容易从这个阶段所具有的普遍发展——儿童初步掌握了方向和矢量在自然的协调系统之构造中的意义——之中得到解释。

然而,我们的目的并不是用旧的事实来解释新的事实,而是根据这些受试者的实际动作和他们对这些动作的认识来解释我们已经知道的那些东西。我们可以用相当简单的语言将至关重要的问题再陈述一遍:年幼的受试者已经在感知运动水平上通过相对来说比较容易的调节对动作进行了协调,但是,那种假矛盾却妨碍对动作进行准确的协调,妨碍对动作加以概念化,而后来这些假矛盾得到了克服。那么,究竟是什么才导致这些假矛盾消除的呢?如果儿童在没有放置目标的情况下承认,在释放了木球之后,木球将继续沿着旋转方向侧面的轨迹运动,那么他只需发现,对准目标并不需要一个不同于旋转木球的新动作,所需的只是在旋转木球时实际已经进行的动作。当婴儿知道用一个物体打击地面,他只需放开物体即可,而不一定非要在抛掷物体之前,他需要先"试和看"这种感知运动的第五阶段。同样,在概念方面,只有ⅡB水平的儿童才能发现,在木球旋转时释放木球,木球的侧向运动轨迹完全能够使它击中目标,丝毫不需要改变方向。这里的差别是,受试者已经将这一发现同他的动作,而不是同他关于动作的概念结合了起来。对于后者来说,它只能是推理的,因此这种发现是不完全的。儿童一定得明白如何连接两种方向(径直指向目标的方向和木球在旋转过程中释放之后的运动方向);必须首先认识到这两种方向是一致的,然后再认识它们是一种运动的特性。然而,

尽管看起来显而易见，但这种运算在概念上是相当困难的，以至于处于ⅡB水平的受试者仍然认为这两种运动是不相连的。科尔确实画出了一条斜线，但这条斜线却不是笔直地达到目标，她通过一个大约120度的角使它拐了个弯，成了一条曲线。格恩与彼得相似，虽然她最后画出了一些直线，但在开始时，为了将2点钟的位置与相对于12点钟处的目标连起来，画出的路线却使人回想起第Ⅰ阶段的那些直径（从7点钟处到2点钟处）。这些受试者不仅难以将倾斜的轨迹概括为直线，而且他们也不能在一开始就正确指出释放点。与第Ⅲ阶段的受试者不同，他们不能立即明白，木球的运动轨迹是不可能垂直于纸盒的。

第Ⅲ阶段

第Ⅲ阶段一般开始于十一二岁（通常也有极少数的例外，他们的年龄更小些）。在这最后的阶段，受试者能够立即认识到取得成功所必需的条件。我们还是需要在ⅢA水平（这时，儿童画出的运动轨迹仍然有些弯曲或角度）和ⅢB水平（这时儿童画出的是真正的切线）之间做出区分。

例子（ⅢA水平）

罗伯（9岁7个月）　在未放置目标时，他认为木球将根据不同的旋转方向飞向右边或左边。在作为目标的纸盒放置了之后，一开始在12点钟处释放木球（ⅡB水平的反应），但随即自我作了纠正（*哦！不，下次我不这样做了*），并根据不同的旋转方向分别将释放点指在10点钟和2点钟处。*你放开木球的地方一定在这个圆圈的那半边*。你是怎么知道的？*通过实验*（积极的调整）。但他画出来的路线有点弯曲：*它在*（运动轨迹的）*中间拐弯。它笔直地走，然后拐弯*。然而他随后对这一点作了纠正，并在圆圈的中央和释放点之间画了一条直线，又在释放点和纸盒之间画了另一条（与第一条直线相垂直的）直线：*那是一个角*（直角），*那是一个拐角*。换一个方向旋转呢？*一个倒过来的拐角*。

贝尔（10岁2个月）　立即就认识到，如果击中了目标，那么她是在9点钟和3点钟处释放木球的，但她描绘的木球运动轨迹是一条曲线。

雷因（10岁10个月）　他也正确地观察到释放点在3点钟和9点钟处：*如果我从这儿*（9点钟处）*推它，那也可以*。不过，虽然他后来画出的是几条平稳的直线，但在开始时却画出了一些"Z"字形的路线。

思代（11岁6个月）　他的反应与雷因和贝尔的相同。他做出的评论是，（在木球释放以后）*它有点弯曲，因为它*（在释放之前）*是转圈的*。

铁艾（11 岁 5 个月） 他说，*它从原先的圆圈中抛出去。它的路线是弯曲的……如果原先旋转的力量不大，它就弯曲得厉害一些。*

凯伯（12 岁 6 个月） 他说，*在木球旋转时，如果你让它飞出去，它就继续旋转。*然而，当他看到木球在 3 点钟处（这是他正确地预见的释放点）释放后的情况时，他说，*我的猜测错了，因为它的路线比我想的要直些。*不过，他最后画出的 4 个木球运动轨迹的出发点间距相等，而且 4 条轨迹都是抛物线。

有趣的是，Ⅲ A 水平的反应可以划分为两种类型。有些受试者（如雷因）画出的运动轨迹使人想起了Ⅱ B 水平的轨迹，它们包含一些角或"Z"字形。与此相对照，另外一些受试者画出的却是曲线（在Ⅱ B 水平偶尔也出现过）。这清楚地表明，对于这些儿童来说，不再存在两种异质的动作——使球旋转的动作，以及后来的在释放点上做出的某种动作或其他抛掷木球的动作——而是只有一种动作（使木球旋转），因为木球是在旋转时释放的，而且没有诸如抛掷等其他动作，所以木球就做曲线运动，因为（正如凯伯所说的）"它就继续旋转"（也可参见思代和铁艾）。在学校操场上进行的补充实验中（受试者可以使投石器在垂直的平面上旋转），他们以圆内旋轮线的形式做出了相似的预见。

例子（Ⅲ B 水平）

这些受试者的年龄都在 11—12 岁，其中只有一名是例外（年龄为 8 岁 6 个月），他令人意想不到的成功可能是由于他曾经玩过很长时间投石器。

布罗（8 岁 6 个月） 在未放置投石器的情况下，他根据投石器旋转的方向正确地指出了 4 条路线，然后又根据自己的位置指出了 3 条正确的路线。在此之后，要求他说出，为了击中一个假想目标（该目标略低于他刚才曾指出过的那个目标），应该在何处释放木球，他的回答是正确的——将释放点稍稍向前移一移。接着又提出一个类似的问题，即假想的目标略高于他曾指出过的那个，他认为释放点应往后移。在完成这些任务之后才放上作为目标的纸盒，对此，布罗立刻就准确地指出了释放点。这种较之Ⅱ B 水平受试者的进步之处可能得之于这一点，即逐渐增加最初问题的难度。然而，当问到"你能使木球在释放后做圆形运动吗"这一问题时，他答道：*不能，如果你让木球飞出去，它就笔直地往前。*在实验者暗示他可以使木球绕过障碍物时，他仍然坚持这一回答。

艾思（11 岁 1 个月） 根据目标所在的不同位置，正确地指出了释放点在 9 点钟、6 点钟等处。*我看着木球……有时候看着目标。我自己（在思想上）想着走到木球一定要去的地方。*木球走直线还是曲线？*走直线。*

迈尔（11 岁 2 个月） 他也知道他的所作所为。此外，他还进一步知道，*细绳越长，我们就得越靠近目标才放开木球……*细绳总是走直线，而不是曲线。

艾雷（12 岁 7 个月） 他说，*我心里明白木球旋转时的样子，然后我想出它飞*

出去的样子……如果我的大拇指往下，木球就抓得牢靠一点。如果我将木球往上提，我就可以更清楚地看到应该在什么地方放开木球。在什么地方放开木球？不是在这个地方（12点钟处）放开它，要考虑到圆圈运动（他画出了切线）。这是个什么样的角度？这是个直角（指切线和半径之间的夹角），在你让木球飞出去的地方，它是垂直的。

看来，只有到了十一二岁时，受试者才能立即摆脱那些假矛盾（这些假矛盾致使受试者不能认识前两个阶段的释放点）。只有到了此时，儿童才能理解这一点，即当木球旋转时，在木球到达目标正前方之前释放木球，木球就能飞进盒子（那个8岁6个月的儿童的成功是个例外，而且我们尚未搞清这种情况出现的原因）。然而，在ⅢA水平时，这种理解显然是不完全的，因为这些儿童（从贝尔到铁艾）还没有考虑到轨迹的切线，至少在这个阶段刚开始时（罗伯和凯伯）还没有考虑到这一点，只有在受试者考虑到情境的所有方面之后，才能做到这一点，而“推论的成分”（凯伯称之为“*我的猜测*”）还是不充分的。另外，在ⅢB水平，通过推论而取得的这种协调（艾恩说*我自己想着*，艾雷说*我心里明白*）便足以推断木球的运动轨迹是切线。

有关不同旋转平面的补充实验

除了仅仅与地面相平行的旋转平面实验，我们还要求一组受试者利用细绳使木球飞进一个垂直放置的盒子。一般说来，这将使他们像钟摆运动似的摆动细绳。这样，实验者便补充说明，一定要使细绳旋转起来，但不具体指出旋转的平面——这种旋转平面可以是水平的、垂直的，也可以是倾斜的。如果旋转平面是垂直的或倾斜的，那么就不止一个释放点，因为受试者用力的大小也发挥作用。轨迹的弯曲度可大可小。这种实验方法的优点在于，它能使我们更清楚地观察到动作之动力调节的细节，并将它们与情境之概念化的认识加以比较。

在确定旋转平面和用力的大小，以及距离的变化（盒子放置的地点距受试者3—6米）方面，要求受试者做出比盒子放在地面上时更为积极的调整。除此之外，在使木球得以旋转的那些动作和将木球甩进位于垂直平面或倾斜平面上的盒子的动作之间的关系，与水平面的情况也是不同的。在垂直平面和倾斜平面的情况下，儿童必须首先确保目标处于适当的平面之中，然后还要考虑旋转平面要高于手臂还是低于手臂。这些新的因素也能修改儿童对于情境的认识。

例子（第Ⅰ阶段）

卡尔（5岁8个月）　对于最初的水平面情况下实验的反应早在对ⅠB水平进

行讨论时就谈到过。他预言(高于他头部的)水平面情况下不同释放点球将运行的方向。当放置了盒子后，他选择了倾斜的平面，为使球达到目标，他正确地作了调整，通过低于手臂的旋转，(在经过尝试与错误之后)设法使球进入盒子。当再进行水平面的实验时，他指出球的释放点在9点钟处(正确)，接着指出在6点钟处(正好相对)，然后说在12点钟处：*我在那里放开它*。

赛尔(6岁整——仍然参见ⅠB水平的讨论)　开始时做低于手臂的垂直平面的旋转，然而，这并不能使球到达目标；然后他调整了旋转平面。现在，在你头部的上方旋转。他做得很好。如果你松开手，会怎么样呢？*它将飞到那儿的地面上*(相对)。瞄准一下怎么样？好的。(他改变了旋转的方向，并在3至4点钟处释放木球。)你使球飞到了哪里？(实验者指向12、9、6和3点钟处)。*更像那里*(12点钟处)。

所以，儿童在高于头部的水平面旋转时的反应同接近地面旋转实验时的反应几乎没有任何差别。此外，当卡尔以垂直平面转动细绳时，他知道释放点位于接近旋转圈底部的地方。

例子(ⅡA水平)

傅奥(7岁4个月)　开始时他只是像钟摆似的来回摆动投石器。*如果你这样多摆动几次，它就摆动得好些*。他画出来的摆幅达到了(大约3米以外的)盒子。然而，在看到实验者的演示之后，傅奥画出了一条凸状的曲线。关于旋转，他一般选择倾斜的平面，但绘图却是一个垂直的平面(因为这样画容易些)，释放点在圆圈的底部，并不相对于盒子(这是正确的)，画的曲线是凸状的。*这个球飞得很远很远*(其最高点接近中部)，*而且它还是掉进盒子里去*。因此，他对于垂直平面的概念化是正确的，虽然接着在接近地面处做水平旋转之后，傅奥在10点钟处和2点钟处释放了木球，但他认为，在这两种情况下木球的释放点都是在12点钟处。

李普(7岁6个月)　开始时的旋转平面是倾斜的，对此他作了调整，使之更接近于水平面。他的绘画显示释放点在圆圈的顶部，而球落到地面上并反弹起来进入盒子。但是，当实验者问他能否修正一下绘图时，他指出，释放点位于圆圈最接近目标处，所以，他对情境的把握是正确的，尽管他在实验者的问题启发下获得的修正之后的概念，又使他在这个发展阶段回复到最初的在地面上实验时所具有的那些观念上去。

李恩(7岁6个月)　开始于垂直的平面，但他对于达到目标的定位很糟糕，而且把失败归于吹过来的一阵非常小的风(蒲福风级1级风力)。*因为有风，所以木球才没有到那里*。那么该怎么办呢？他改变了位置。*到这里，我正好站在它面前*。在进行了一次成功的尝试以后，他画了一幅正确的图，在这幅图中，释放点在圆圈

的较低部分，而且画了一条终止于盒子的弯曲的轨迹(凸状)。然而，在成功地进行了一次水平面的尝试之后，尽管他在到达12点钟之前就释放了木球，但他还是将释放点指在12点钟处。

李斯(7岁6个月)　开始于在地面上做实验(这与前面的那些受试者是不同的)，并在10或2点钟处释放，取得了成功，但他认为释放点在12点钟处，所以画出来的路线便垂直于盒子。行为的有趣之处在于，当要求他慢慢地将动作再做一遍时，他便正确地画出了路线，在正确的地方将木球释放。不过，用言语来描绘时，李斯坚持认为他是在12点钟处释放木球的。甚至在实验者演示的时候，他还是认为，*最好的路线是那样*(从12点钟处指向盒子)。*你就是在这里松开手的*(相对)。当在空中旋转时(盒子放在距离为3米的地方)，他很自然地提议道，*你得将它转起来，并且在它的正前方释放*。在调整旋转平面之后(最初时，平面稍微有点倾斜，然后倾斜度很大，然后垂直)，他取得了成功，并正确地指出了释放点(木球在空中向上飞)，他的绘图也是正确的。

曼恩(8岁8个月)　开始于在空中旋转，并通过垂直平面的旋转使木球到达3米远的目标。他的绘画显示了圆圈的轮廓，并指出释放点在圆圈的底部。从底部的一点出发，他画了一条垂直于盒子的路线(这相当于在地面上做实验时的12点钟的释放点)，然后他自己作了纠正。另外，在地面上做的实验中，他指出的释放点是12点钟处，而实际的释放点却在9点钟处。

佩特(8岁11个月)　一开始就比画出一条垂直的路线(在高出头部做水平旋转时的12点钟处)，然后他自己作了纠正，但不能说出其原因。

例子(ⅡB水平)

杰克(9岁9个月)　以垂直平面旋转，没有达到目标。*你得在低一点的地方放开它。*(重新试一次。)*不是在同一个地方，高一点。有时候它弯曲得厉害些，有时候不太弯曲*。他第一次画出的水平面的图的释放点也在这一边，但旋转方向错误。

罗吴(9岁10个月)　以垂直平面旋转。*我转得太快，我将慢点儿转*。他的绘图显示，当向着一个方向转时，释放点在圆圈的顶部；当向另一个方向转时，释放点便在圆圈的底部。在转动圈呈水平状态时，*这比以前……难些，我在那儿*(12点钟处)*放开它，然后在这儿*，同时指向10至11点钟处。然后，在一个方向转时指向9点钟处，而在另一个方向转时则指向3点钟处。它怎么飞？*曲线*。飞到哪里？*飞进*(盒子的)*一个角落里*。如果要让它飞进盒子的中间呢？*稍微早一点*(放开它)。

安格(11岁8个月)　在做垂直面旋转时，将释放点指向几乎是目标的正前面，然后指向圆圈的底部。在(高于她头部)水平面旋转时，她立即进行了概括，这

表现在她的绘图中——根据不同的旋转方向，释放点分别在3和9点钟处。水平旋转时的切线是弯曲的，这同垂直面旋转时她画的一样。

如果在地面上做水平旋转，这些儿童显然难以将抵达目标的路线和使小球转动所需的动作协调起来。另外，在做垂直面或倾斜面旋转的情况下，到达目标的路线问题预先就通过平面方向的调整而得到了解决。因此，受试者只需解决切线的长度问题，而这一问题的解决却依赖于通过旋转所得到的力量和释放点这两个方面。然而，由于对一定的旋转方向来说，可能存在着几个释放点，而且旋转方向已经通过旋转面之方位而得到了考虑，所以，受试者就不再存在向目标释放或抛掷的动作和使木球旋转的动作之间的矛盾（甚或假矛盾）。这样，受试者便比较容易地想象动作，已经做出的动作调整的数目越大，他便越容易想象。他们不再画出开始于圆圈上最接近目标的那一点的切线（李普的情况是个例外），而是画出一些接近圆圈顶部或底部的切线。在水平面的情况下（高于受试者的头部或在受试者面前），尽管在9或3点钟处释放木球并取得成功，但仍然存在着一种将释放点指向与目标相对的12点钟处的倾向。当在垂直的或倾斜的平面之后选择了水平面的时候，受试者有时更能从理性上认识释放点在9点钟处或3点钟处。

至于第Ⅲ阶段，值得注意的是，虽然所有的儿童对自己的动作都表现出比第Ⅱ阶段更强的意识，但ⅢA水平的受试者在关于切线形状的观念方面与ⅢB水平的受试者是不同的。对于最初的（不靠近地面的）水平面旋转，ⅢA水平的儿童画出了一些弯曲的切线，这同他们在接近地面旋转时的情况是一样的。随后，如果做垂直平面或倾斜平面旋转，而且切线一定得弯曲时，这些儿童有时画出的切线却不弯曲，而是像一系列的环（内摆线，一条近似于旋轮线的曲线，就像一个在大圆圈内滚动，而不是沿着一条直线滚动的小圆圈表面上的一个点的运动轨迹）。①

例子（ⅢA水平）

朱阿（11岁4个月） 他选择了垂直面并修正其方位。接着他画了只由1条曲线组成的切线，然后他又作了修改，加上了3个环，似乎木球在释放以后仍在转动一样。

艾拉（12岁8个月） 开始时他也画了1条曲线，然后加了1条螺旋状的线，最后加上4个接连的环。

---

① 这种沿着其弯曲轨迹运行之球的旋转的组合的假定，看来并没有给这个水平的儿童引起复杂的问题，因为在水平的路线上构造真正的旋轮线之前，早先与巴蓓尔·英海尔德教授一起研究过的那些11—12岁的受试者经常开始于画出一些内摆线。

例子(ⅢB 水平)

杜姆(12 岁 3 个月) 在做垂直面旋转时,他画出的释放点在圆圈的底部,但详细说明,人能够改变抛出去的力量。由此画出 4 条圆状的曲线,这 4 条曲线从同一点出发,终止于位于同一地点的盒子,但每一条曲线都比前面的曲线高些。在做水平面旋转并使球进入盒子之后,他立即在 3 点钟处画出了释放点(左旋),尽管在此之前他对此并不太有把握。

因此,在室外进行的这一补充实验的发现,进一步证实了前面的结论。在(高于地面上进行的)水平面旋转中,尽管受试者成功地使木球进入盒子,但我们仍然遇到了在地面上进行实验时出现的相同倾向性,换言之,我们仍然看到在达到目标之路线和最初使木球转动之动作之间的假矛盾。在进行垂直面或倾斜面旋转的情况下,不存在这种假矛盾,因为在这种情况下不再有达到目标之路线问题(这是由于儿童已经对旋转面作了调整),于是,他们便能更好地理解这些事件。

结　论

这一研究结果提供了这一情况的最好例证。在这种情况下,只要受试者的动作由于那种假矛盾而不能在概念的水平上加以协调(即使他的动作是成功的,甚至在感知运动的水平上得到协调),那么,认识以及建立在其基础上的概念化就仍然是歪曲的。只有当儿童的概念得到推理或运算的协调支持(而这种推理的或运算的协调则发生于通过反省抽象而做出的对动作本身的协调),他才能充分意识到所发生的一切。因此,剩下的问题便是理解如此之晚才发生的原因,换句话说,就是要确定那种妨碍概念协调之假矛盾的基础,并描绘出那些最终使假矛盾得以解决的逻辑过程。

(a) 在某种意义上说,这种最初的假矛盾是两个推测之间的真矛盾,而这两个推测受到一些限制性假定的不适当的限制,因此便不能超出一些过于狭窄的参照结构。儿童们设想,如果木球在做旋转运动时释放,它总是要飞出去,但它仅仅飞到那些或许最好称为"有特权的区域"中去(例如扇形的两条边之间,而扇形的顶点正好在 12 点钟处),而丝毫不将这些同释放点精确地联系起来。另一种设想是,只有一条切线,或者至少只有一组"有特权"的切线能到达目标,这些切线都从正好与盒子相对或基本上与盒子相对的一点发出(与盒子的长边相垂直)。这里显然有一种矛盾,因为木球不可能在相对于盒子的地方释放,然后再飞到盒子那一边去。虽然最早期的矛盾是在两种动作和这两种动作配合之间的矛盾,例如,对于一个动物或一个婴儿来说,它或他希望够到一个想要得到的物体,但又不得不从相反的方向出发(因而就难以有迂回的动作),但这

种矛盾仍然是重要的。这便导致了从ⅠA至ⅡA水平的这么一种广泛的认识,即为了达到目标,人们就一定得中断旋转运动,并使木球径直地离去,使其运动路线成为圆圈直径的延伸(从6点钟处到12点钟处再到目标)或圆圈半径的延伸。在感知运动水平,协调在瞄准目标的最初的旋转和释放木球之间进行,这一事实并未阻止受试者在随后将这看作两个不同的连续动作。

(b) 由于相同的原因,受试者仍然未意识到下列真正的矛盾:如果球总是飞向一边(根据不同的旋转方向,或者飞向右边,或者飞向左边),那么,它的运动轨迹就不可能同切线或那些接近于切线的线相垂直。儿童解决这个问题的办法是,或者像处于ⅠA水平的罗沃那样做出两个分离的动作(旋转木球,然后停止旋转并将它抛出去,一个明显处于比较发展水平的反应是,用手将木球向着希望其运行的方向推一段短距离),或者想象实际上存在着两个不同的运动,其中的第二个运动并不是第一个运动的拖延,而只是与第一个运动相连续——因此并没有协调。

(c) 在说明了这点之后,我们便比较容易理解,由于有在(a)中提出的那两个推测,所以在受试者能够做出推理的协调之前,他要经历一段相当长的时间。参照结构必须通过一些新关系的建构而加以扩大,建构这些新关系的基础是那些看来似乎并不矛盾(或几乎没有矛盾)之特征的比较精确的观察。至于有关木球之轨迹的第二个推测,受试者既要认识到不存在“有特权的区域”,也要认识到木球可以在旋转圆圈的任何一点释放。然而,儿童还必须将木球的飞行路线和释放点联系起来(只能逐渐地做到这一点),而且必须要理解,对于每一个特定的释放点来说,只可能有一条运动轨迹——这些尚未丝毫涉及目标的问题。因此,木球在释放之后的轨迹必须归结为几何学的术语。所有这些都意味着参照结构和协调的问题。

(d) 为了得到对木球从释放点到目标的正确运行路线加以概念化的认识,儿童还必须能够想象所有可能的路线。因为甚至在ⅠB或ⅡA水平,儿童已经清楚地意识到,通过倾斜的路线或并非从相对于盒子之处出发的路线,都可以到达盒子,而这与最初的旋转无关。尽管木球朝向盒子的运行路线紧随于旋转运动这一事实造成了一个问题,但儿童还是相当快地不再坚持将释放点定在恰好是12点钟的地方,并承认可以稍有变化(11点钟处或1点钟处),甚至最后还能在实际的释放点和他们概念中想象的那些释放点之间加以协调,例如在9点钟和12点钟处之间的10点30分处。然后,儿童只得将这些路线的倾斜性加以概括并归结为最初的假矛盾。这样,儿童就只得用自己的方法来协调木球之旋转运动和木球在释放之后的运动轨迹。

(e) 然而,这种概念化的协调不同于那种使4岁的儿童得以将木球飞进盒子中去的感知运动协调。儿童在开始时做出了各种使木球到达目标的尝试。事实上,这些尝试与一种可能的解决方法是一致的,但儿童并没有意识到这一点,所以也就没有对这些方法本身加以考虑(例如,那种感知运动方法的“延伸”,专注于他自己的“理解”的受试者对之并无认识;尝试与错误逐渐排除了所有不正确的可能性,并因此导致了正确的解

决办法)。与此相对照,概念化开始于一种或两种观察(正确的或错误的)和一些有限的推测(假设)。只有在受试者懂得木球在释放之后所有可能的运行轨迹(不考虑目标),以及受试者认识到一些倾斜的运行轨迹也可能达到目标的情况下,概念化才可能是正确的。所以,在动作协调和概念协调之间,存在着一种非常根本的差别:一方面存在着一种通过尝试与错误所作出的从所有可能的释放点中选择正确释放点的情况;另一方面,也存在着对于情境之所有可能性的逐渐理解——只有在此之后,才将这种理解付诸已经做出的那种动作,所以这种动作可能是中断的。

(f) 因此,那种最初的假矛盾以及存在于最低发展水平的真矛盾的消除,都可以通过参照结构的逐渐扩大(从最初的可以观察的有限特征扩大到包括所有的可能性)而得到解释。最初的参照结构由木球释放后的一些倾斜路线(因此有"有特权的区域"等的假设 p)和导向盒子的运行轨迹(因此有假设 q)组成。事实上,尽管最初的参照结构导致了两者的互相排斥,即 $(p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$,但最后的参照结构(所有的可能性)还是包含着相互交叉,即最终到达目标的倾斜路线。这种符合延伸的 p 和 q 的交叉(因此也符合所有切线的出发点和包括倾斜路线和导向目标路线在内的所有运行轨迹的交叉)便产生了最可理解的系统 $(p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$,这就消除了 p 和 q 之间的所有矛盾。p 和 q 界说的纠正自然便取代了那种与关于最初的有限错误(在缺乏目标的情况下的"有特权的区域"以及需要将木球的运行轨迹垂直于盒子的长边)绝对有联系的观点。这样,儿童就能够协调两个动作或运动,而这种协调最初在一个一致的概念系统中被看作异质的。

(g) 然而,这并不意指推理的或概念化的协调不是通过反省抽象从动作之感知运动协调中引申出来的,因为没有动作的成功,概念化便仍然是非运算性的。事实上,这里所出现的这种抽象显然具有两种根本的且不相同的"反省"性特征。一方面,存在着一种物理学意义的投射或反省,它由从(已经做出的)运动水平到概念水平,即两种动作之统一的转换组成;另一方面,存在着一种概念重组意义上的反省,因为通过推理协调,在感知运动的协调上增加了一种新的、根本的成分,即对于它存在的原因以及如何存在的理解。这涉及将特殊情况下实践上取得的成功插入类似条件下取得成功之可能性的范围中去,以及由此而来的概念的参照结构(它具有与最初的感知运动系统相当不同的性质)之构造。

这两种反省性特征将在发展过程中逐渐联系起来。在这种联系中,其物理学意义上的投射或反省便构成了一种介于感知运动环节和体现它们的概念环节之间的对应。与此同时,概念重组意义上的反省则表现在使这些相同的环节对应于那些插入其他可能情况中的相似的环节。它们也涉及对应的建构,就这一术语的第一个意义来说就是介入反省的运算,这样便成为一套对应关系的一个特例。而这套对应关系是通过"反省"这一术语之第二个意义上的重组建构起来的。

第三章 乒乓球(或铁圈)[①]

在第二章描述的那个实验中,年幼的受试者对投石器情境的认识受到固执信念的妨碍,他们自己做出两种属于不同运动的连续动作(使系于细绳一端的木球旋转,然后再将它抛进盒子),而在释放木球以后,木球便沿着相同的切线轨迹运行,却不考虑在旋转圆圈的某一点上释放木球是否达到目标。在本章即将描述的乒乓球实验中,在球向前投射时使之反旋,这样它就能再回到出发点。在这里,延迟才能取得认识,受试者不能把握在乒乓球顶部向下压的时候,他们同时做出两个不同质的动作:推力使球向前方投射,这样球便向前滑动,而且还对球加上了一个反向的或向后的自旋力。这样,一旦乒乓球向前的运动停止,它便又回转过来。与年幼的受试者的想法不同,乒乓球的这种自旋(从一开始)往往就是反向的。

在刚开始时询问儿童:人们是否可能使一个乒乓球向前走,然后又在没有人再接触它或球没有反弹到墙壁等物体的情况下再走回来?要求所有的儿童(包括那些认为不可能的儿童)都试一试。事实上,那些从未见过这么做的儿童的反应同见过这么做的那些儿童的反应几乎没有差别,其中只有一个发展水平较高的8岁6个月的男孩是例外,他曾经用铁环试过一次。如果儿童没有设法使球反旋,那么实验者就给他示范一下,但在示范时,用幕布遮住手,不让儿童看到他是在压球的上部,只让儿童看到随后球的运动。如果儿童还是不能“照着做”,实验者就拿掉幕布,让他看整个过程,并要求他再试一次。允许儿童尝试数次,至少要有一次或两次取得成功(从5岁往后就能取得成功,在六七岁以后,取得成功的可能性便更大了)。

然后,要求受试者对他的动作做精确描述。可以采取3种形式:对动作的模拟表演(年幼的受试者一般能自发这么做:*我是这样做的*);言语的描述;教实验者做,由儿童一步一步地教如何做出动作。

接下来实验者便要求受试者描述球的运动,即使受试者在谈他自己的动作时已经提到过球的运动,也要让他做出描述。实验者通常利用下列一些问题,“球怎么才能这样运动?”然后问“就这样吗?”等等,提出的问题要尽量避免暗示答案。目的在于搞清,儿童是否认为球只是向前走而没有自旋(或如同他们经常说的那样,没有转动)或没有滑动,还要弄明白儿童认为运行轨迹是直线还是围绕端点的曲线。尤其重要的是,要确

---

① 与安德鲁拉·恩里克斯-克里斯托费德斯合作。

定儿童是否认为在向前和返回的路线中球都在自旋。如果儿童认为是这样的，就要弄清球的自旋方向（如果球的自旋方向与球的运行方向相同，我们将之称为“正向的”，例如球在返回的行程中就是如此；如果球的自旋方向与球的运行方向相反，我们将之称为“反向的”，例如，不管球是否接触地面，球在向前的行程中情况就是如此）。为了弄清这一点，实验者要求已经承认有旋转的儿童通过利用一个大物体（如握在手上的海绵）的示范来描述它。如果儿童明显没有把握球是如何运行的，那么实验者就用另一个乒乓球来做同样的动作，这次用的乒乓球的颜色一半白一半黑，以便使受试者非常容易地看到反向旋。随后，他再重新使用全白的球，并重复这些问题。

最后，要求儿童解释球为什么返回，为什么在开始时向前，为什么球停下来（如果儿童自己是这么表达的话），或为什么球在其向前路线的末端慢下来，等等。

第Ⅰ阶段

参加实验的4—6岁的受试者从未以这种方式玩过乒乓球，甚至也没有看到其他人这样玩过。因此，实验者一定得做示范。在经过几次尝试以后，有些儿童便能够相当好地模拟动作，并几乎都能成功（ⅠB水平，在6岁前后），其余的儿童由于没有充分地掌握规则，则时而成功，时而失败（ⅠA水平）。

例子（ⅠA水平）

费拉（5岁2个月）　他认为，除非球碰到墙，否则就不能返回来。实验者（藏在幕布后面）做出示范。它返回来了。为什么？……你自己试试看。（他拿起球，蹲到地板上，但什么也没有做。）我再做给你看看（没有幕布遮掩）。现在你能做吗？能。（开始时，他的动作正确但未使球具有足够的反旋，这样球就没有回到出发点，然后他下压并相当快地缩回手，这样便取得完全的成功。）这非常好，再试一试。（他凝视手下的球，然后在未对球旋加足够压力的情况下缩回手，失败。）你看。（实验者做出几次示范。）再试一试。（部分成功。）告诉我它怎么会这样。*像那样*（做出的样子似乎从球的顶部向背部下压，远离了球将要运行的方向）。你是从顶部还是下部开始压的？……用你的手做给我看看。（他将手指抬到球上，这样，他的手掌便相当平稳地按在球的顶部上面，大体上与地面平行。）球将怎样？……是这样（向外的路线、反旋）吗？*不，它笔直地走*。后来呢？*返回来了*。在球往前走时，它也在转吗？*不转*。用那个东西（小盒子之类的东西）比画给我看看。（表明向前和返回的路线都是正向的平移，即先是→，然后←。）如果用球呢？（向前和返回都是正向的转动。）我们将用那个（黑白）球来试一试。（费拉做出与以前相同的运动。）是我

使它返回的还是球自己返回的？*完全是球自己*。它为什么停在那儿？……

傅洛（5 岁 8 个月） 她将球扔向墙壁使球返回。如果那里没有墙，它能返回吗？*能*。有人对我说，球因为撞到墙上才返回的，他的这种说法对吗？*不对*。那么它为什么能回来？*因为你扔得很重*。（向她做了一次示范，手藏在幕布后面。）你知道怎么做的吗？（她非常用力地按球的背部，成功。）你的手放在哪里？*不知道*。在球的上面还是在球的下面？比画给她看。*在球的下面*。在下面？*是的*。然后怎样？*你扔它*。是这样扔（做出将球往空中扔的样子）吗？*是的*。再做一次，要小心地做。（两次失败，然后取得成功或部分成功。）你将手放在球的顶部还是球的下面？*球的顶部*。怎么放法？（她将三个手指放在球的顶部。）然后呢？*我这么做*（缩回手）。后来出现什么情况？*不知道*。球怎么样？*它往前走，它返回来*。为什么？*因为我是像那样做的*。它怎样走？（只是前后平移。）假如这里有一只蚂蚁，它将做些什么？*它将总是爬在顶部*。这个（黑白相间的）球怎么走？*到处滚动*（绕着垂直的、倾斜的或水平的轴转动，但同平移一样，无论是向前的路线还是回返的路线，这种转动都是"正向的"）。仔细看看它是怎么转动的。（她对于向前的路线指出正向的旋转，对于回返的路线则指出反向的转动——一种双重错误的回答。）再比画给我看看。（两次正向的旋转。）注意，当它往前走时，可能有两种转动的方式：一种是这样（反向的），不对；还有一种是这样（正向的），对。但是它为什么能回来呢？*因为我们发射得重*。

奥雷（6 岁 3 个月） 他同傅洛一样将球扔向墙壁，然后认为不扔也能返回来。实验者做一次示范（手藏在幕布后面）。他力图也这样做，但这么做的结果却各不相同：失败、成功、部分成功。但在问到为什么球会回来时，他只是说*我们又逮住它了*，或者说*它自己回来的*。再给他做示范，而且在取得成功之前做了几次尝试。你能告诉我这是怎么做的吗？*那样*（轻叩球的顶部，但未向后方压）*它就走了*。后来呢？*它走回来了*。为什么它能回来？……是不是有某种东西使它走回来？*是的，它往回走就回来了*。是它自己往回走的吗？*是的*。你没有做任何事情吗？*是的*。（3 次击球，后来压球的背部，成功。）你是怎么使它回来的？*它完全是自己回来的*。球没有回来时你也是这么做的吗？*不*。那么，球回来时，你又多做了些什么？*我在地板上扔它，它自己就回来了*。你扔给我看看。（他将手放到球的顶部上面。）在这里还是低一点的地方？*这里*（顶部）。球是怎么走的？你用这东西（一个较大的物体）比画给我看看。（他比画出一条弯曲的轨迹①，但没有表明球的旋转。）*就这样*。什么时候它往回走？（拐弯，改变方向。）再比画给我看看。（这一次比画了两条笔直的轨迹，向前和向后运动时都是正旋，这一次没有曲线，但在往回走时，球的旋转

① 所谓"弯曲的轨迹"或"曲线"，我们指开始是直线，然后变弯曲的轨迹，这样，球的运行路线就是弧形的。在儿童看来，球实际上并没有停止。

方向颠倒了。)奥雷认为是这样的(出去的路线是反向旋转的)。*就那样*。再试一试。(连续试了7次,其中5次失败,2次取得部分成功。)它是怎么走的?(简单地平移。)在它的顶部能趴着一只蚂蚁吗?*不能*。(向前和向后都是正旋。)它为什么不继续往前走?*因为我们就把它扔到那儿*(向着墙)。什么东西使它在那儿停下来?墙(墙具有使球不撞到它的力量)。后来他说,*那是由于这个*(地板)。

例子(ⅠB水平)

阿特(6岁3个月) 他坚持认为,如果没有墙的话,球是不可能返回来的。看。(实验者带着幕布做了示范。)我是怎么做的?*不知道*。试一试。(只是推球。)它回得来吗?*不,因为我们没有击中它*。再看一遍(将幕布拿开)。*你将球放好,你碰撞它,你滑动你的手指*。试一试。(动作正确:失败,然后取得部分成功,接下来成功了好几次。)再试一试,并且告诉我你是怎么做的。*我将手指放到球上,滑动手指*。怎么滑动?*你一定得将手指滑到地板上,使手指落到桌子上*。你压哪里(球的顶部),那里(球的前部),还是那里(球的后部)?*比较低的地方*。后来球就怎样了?*它滚动*。怎么滚动?(平移。)在它往前的时候,还有些什么动作?*它转*。(再次显示出来的还是平移,然后是正向的转动。)是不是像这样?(球只是向前投射。)*不,它转动*。(看上去像正旋。)什么力量使它向前?*我的手*。那么什么力量使它回返?*墙*。看,这是墙吗?*不……撞到的那面墙*(球并未碰到这面墙)。*我自己会做*。(又取得成功。)是你使球返回的,还是球自己返回的?*是我,我使它滑动*。为什么它改变了方向?*不知道*。看。(实验者使球在向前时做反向旋转,然后使球在向前时正旋。)它们一样吗?*是的*。有人告诉我,它是这样的(向前时反旋)。*不对,因为这不可能*。

伯尔(6岁9个月) 他在看了实验者带有幕布的示范之后,只是将球往前投射,后来在看了不遮盖幕布的第二次示范之后,正确地做了模仿,开始是部分成功,后来完全成功。你是怎么做的?*像这样放我的手指*。(显示如何向下推球。)你已经使它往前走了,再做一次。(几次成功。)*你一定得像这样拉*。(用他的手指压,但没有将他的手拿开。)球怎样呢?(他指出了两个平移。)球就是这样动的吗?*是的*。一个男孩告诉我,球是旋转的,他说得对吗?*对*。(弯曲的轨迹。)另一个人告诉我,它是旋转的,他说得对吗?*对*(对于向前和返回的路线,他指出的都是正旋)。再做一次。(成功,然后表明一个沿弯曲的轨迹运行的平移。)它没有转吗?(实验者比画出转动的手势。)*是的*。(他指出球在向前和返回时都是反旋。)(实验者向他显示球能够做的两种旋转。)哪一个正确?……再试一试。(成功,但还是仅仅指出一个弯曲的轨迹。)

所以,如果实验者的手不用幕布遮掩,处于ⅠB水平的儿童(年龄在6岁左右)便能

够模仿实验者的动作，而且能够在不做进一步示范的情况下不断取得成功。6岁的儿童能够压球的背部，然后抽回他的手指，使球向前投射，而同时使球向回转动（反旋）。当然，这些儿童在开始时需要有一个尝试与错误的阶段（这表明有感知运动的调节。然而，这些调节是有选择的，它们保证了随后能不断地取得成功）。处于ⅠA水平的受试者能够取得部分成功（球不是径直地返回）甚至完全成功，但他们的成功却不是始终如一的。这表明他们虽然有感知运动调节，但这些调节却缺乏选择性。

与此相对照，当对这种动作（更确切地说是对双重动作，即投射和反旋）概念化，甚至在只意识到发生的情况而不理解这种情况发生的原因时，人们可以清楚地看到，在第Ⅰ阶段，动作的概念化远远滞后于执行这个动作的能力。一般说来，在儿童对动作的言语描述而不是对动作成功的模仿方面，可以区别出4种水平：(a) 不涉及压、推、滑动等动作；(b) 虽然提到上述动作，但不涉及"拉回"；(c) 虽然提到"拉回"，但没有说到同时存在推和拉两种动作；(d) 在两个同时发生的动作之间做出区分。

处于ⅠA水平的儿童对于他们的动作的描述，没有超出上述4个水平中的第一个水平，他们没有提及压和推的动作。最接近这一水平的是奥雷所说的"*我在地板上扔它*"，我们必须承认，这是相当不适合的。当然，这些儿童已经能够模仿他们的动作，如"*我是这样做的*"（边说边做动作）等。但是有一点是很清楚的，即在已经取得成功的情况下，儿童以这种方式加以重复，这很难表明已经有了意识的概念化，而且正像其他一些研究清楚地表明的那样，这种正确的自我模拟（对一个人自己动作的模拟事实上比对另一个人动作的模拟更困难）往往伴有一种矛盾的言语概念化。傅洛在开始时坚持认为，她将她的手放在球的下面而不是球的背部（以抛它），费拉则认为他将他的手放在球的顶部上面。

处于ⅠB水平的儿童的概念化达到了上述4种水平的第二个水平。例如，阿特说，*你碰撞它，你滑动你的手指*；后来说，*我将手指放到球上，滑动手指……到地板上*。处于第Ⅰ阶段的所有受试者都没有达到第三个水平，因为他们中无人谈到将他的手或球往后拉，只有伯尔一个人使用了"拉"这个词，但毫无拉回的想法。① 然而，处于ⅠB水平的受试者的确知道这一点，即他们将自己的手指放在球之顶部后面。

这些受试者对于小球所发生的情况（而不是他们对小球的动作）的概念化丝毫没有发展，而且仍然保留了与ⅠA和ⅠB水平相类似的东西。他们中没有任何人对这一点表示怀疑，即通过压小球的背部可使小球向后旋转，而且，如果有时涉及这样的一种反旋，那也不是暂时而罕见洞察的结果，而是由于没有注意到旋转的方向。这样，在那特定的时刻，他们没有记住，一般来说一个向前走的球（我们实验中的这个球除外）总是以正旋向前滚动的。事实上，我们也遇到了另外一些关于这种一般观察的变异：有些儿童

---

① 这里有另一种解释：对于这个年龄的法国儿童来说，"拉"（英文为"pull"，法文为"tirer"）往往是"抛"（英文为"throw"，法文为"lancer"）的同义词。

认为,或者球的路线是“之”字形的,或者球沿着垂直或倾斜的轴线转动(像一个向前移动的陀螺),或者球的运行轨迹是弯曲的(这是最为常见的一种变异)。

最后,对于球返回的原因未作任何解释,*它是自己返回的*(费拉和奥雷);球之所以回来,是*因为你扔得很重*(傅洛),或者是因为它没有碰到墙(阿特曾在一个时候有过这种想法,奥雷最后谈到了这一点①)。

ⅡA 水平

这个水平的新颖之处是,受试者在对他的动作和球的运动作了许多不正确的描述之后,最终谈到了撤回他的手,有时认为这是使球返回的手段。但是在用白球做实验的情况下,儿童并不理解这一点,即如果他向后抽,这将使球向前而同时又向后旋转。

例子

吉尔(6 岁 9 个月)(中介的例子) 在用幕布做示范的过程中,*我知道你是怎么做的:你稍微推它一下,然后它就回来了*。你做一做。(动作正确,但压球背的力量不够大,这样只取得部分成功,后来便成功了。)你是怎么做的? *我将我的手指放在这里*(球背上)。不要利用动作,将你怎么做的讲清楚。*你将你的指端放在球上*。像这样吗(手放在球上,但手与地板平行)? *不,像这样*(手倾斜着)。后来呢? *你发射它*。怎么发射? *像这样*(向下压),*你让它走,然后它就回来了*。为什么? *因为你使它向前走。你推它,它回来*。是我使它回来的吗? *不,它自己*。这同我没有任何关系吗? *是的*。再试一试。(由于旋转的力量不够,开始 3 次只取得部分成功,后来便成功了。)是你使它回来的? *是的*。怎样做的? *你那样做*(只是向前和向后平移)。还有些什么?(他又试了一试,取得成功,但在说明的时候还是做出平移。)它不是这样(旋转)走的吗? *是的*。(他表明,在向前和向后时,球都是正旋。)再看一看。(又取得了成功,但做出了相同的描述。)它为什么能回来? 是我们做些什么才使它改变方向的,还是它自己改变方向的? *是我们使它改变方向的*。看。(实验者用黑白相间的球做给他看。)它是怎么走的?(还是正旋。)在它走出去时,它是这样转(正旋)的还是这样转(反旋)的? *是这样*(反旋)。那一个(白球)呢? *那样*(正旋)。用那东西(大物体)比画给我看看。(反旋。)它为什么返回来? *因为你使它向*

① 有趣的是,早先我们曾经做过一个关于儿童理解球撞击台球桌子橡皮边的结果的实验。在那个实验中,处于这个阶段的儿童常常认为,当球接近橡皮边的时候,球的运行轨迹是弯曲的,这样,橡皮边就不能使球停在那里。

后走,你推它,它回来了。

爱努(7岁2个月) 在对实验者的动作稍加模仿之后,便不断地取得成功,但她不能说明她是怎么做的。实验者要求她说出做了些什么。这样做的(用手指轻叩球的背部)。你一定得把这两根手指放到球上。然后怎样?你一定得推。是这样(推前面)吗?是的。(实验者这样做。)球没有动。你一定得压。(实验者压顶部。)球没有动。(爱努再做一次,并取得成功。)你一定得将两根手指放到球上。然后怎样?使它向前走。做给我看看。(动作正确。)现在说说你是怎么做的。你将两根手指放在顶部,然后推球。是这样(推前面)吗?不,你推后面,然后你压。再做一次给我看看。(成功。)这么做是对的,但它为什么返回呢?因为你推球的后面。好,那么它为什么先往前走呢?因为你向前推,后来它就返回了。什么使它向前走,什么使它返回?再做一次,给我解释一下。(成功。)它向前走,后来它返回了。这次实验就此停止,2个月后再对她做实验。她一开始就取得了部分成功(球未返回),后来就取得成功。它为什么能返回?我不知道。用这个(海绵)比画给我看看。(正旋,然后沿着圆形路线运动,但旋转方向未作改变。)你是怎么做的?我伸出手指,压顶部。(实验者压球的顶部。)我将手指往后抽,它就走了,并且返回。后来她用海绵显示了在向前和返回的路线上都是正旋。用两种颜色的球做实验,结果相同,它滚动,跳,再滚回来。

雷恩(7岁2个月) 在经过失败后取得成功(实验者事先未为他做示范)。你一定得把你的手斜着放(而不是与地板平行);你一定得推它、压它,然后它就走了。(实验者照他说的那样将手放好,使手与球的顶部和桌子都接触。)球未走。我们必须怎么做?我不知道,轻轻地压。你做一做。(成功三次。)你推,而且你要压。你是怎么做的?你转动它的后部,然后你就拉它回来。你是怎么转动它的?你要转球,推它的后面,然后它就走了。你是怎样推它的?你推你的手。是这样(在前面)推吗?不,你推你的手,你推它的后面,球就向前走了。它怎么才能返回?我不知道。2个月以后,立即取得成功。它滚动,它返回了。用它(海绵)比画给我看看。它这样(正旋向前)滚。它停下来,然后它这样(还是正旋)返回。什么使它返回的?我不知道。

雷叶(7岁7个月) 你将两根手指放在球上,你推,你压顶部……你将手指稍微往后放,这就使它走了,然后它就自己返回了。它怎么才能返回?我不知道。再试一试,要仔细看。(又取得几次成功。)它是那样回来的。它为什么能回来?这我不知道。那是因为你是那样压它的,然后它(向前)走了。确切地告诉我必须做些什么。你将手指放到球的背部,你推。是这样(在前面)吗?不,你压顶部。这样压就怎样了?它走了,然后就自己返回。为什么?因为你将手指放在顶部,然后你压。你只是将你的手指放在那儿压的吗?不,要使它走,你就要将你的手指稍微向后收一点。什么东西使它向前走?那是因为你是那样做的,然后你推它。再说一

遍。你将手指放在球上,你将手指微微向后动一下,然后你压,然后它就走了。那么它为什么停下来了呢?我不知道。它为什么能回来?不知道。

克力(7岁4个月) 在用铁圈做实验,要求完成类似任务时,对她询问了很长时间。她不能独立完成任务(因为不使铁圈倒下是很困难的)。不过她谈到,要使铁圈返回,就要稍微向前滚一点儿,稍微向后滚一点儿。她的结论是,在用球做实验的情况下,你将手放在顶部,你在后面推,球就向前走,然后返回。为什么?因为你几乎是扔它,而且你压它的顶部。这有点像铁圈。很好。它的方向为什么改变了呢?因为它拐弯,像这样(正旋向前),然后像这样(还是正旋)。

拉普(7岁1个月) 你(将你的手指)稍微向下一点。你得稍微向后动一下,像这样(你的手呈倾斜姿势)。对于乒乓球和大的物体,他最初表明的是平移,然后是正旋。为什么它改变了方向?因为(当它走到最后时)它向回走了。什么东西使它向回走的?……是你。为了让它走回来,我做了些什么?两种颜色的球:拉普指出的是正旋,先是紫色的一边,然后是白色的一边。它为什么会向前走?因为你推它。为什么它能返回?它自己返回的。它为什么能改变方向?因为它返回(弯曲的轨迹,但旋转方向不变)。再做给我看看。(拉普又做了一次,并取得成功。)在向前走的时候,它是这样(正旋)转的,还是这样(反旋)转的?这样(反旋)。用这个(大的物体)比画给我看看。(他指出的是正旋。)在返回时,它改变方向吗?改变,因为它向回走了。实验者再次拿出白球,并演示球向前走的两种可能的方式,拉普再次选择正旋。

乔叶(7岁2个月) 他说,你得像这样(向下)推它的后面。但事实上,他使它正旋着向前。

吉恩(6岁9个月) 如果你这样(压背部而不只是向前推)使它走,那就使它走得远些,而且使它返回。那么,它怎么能停下并返回呢?它停下来以得到足够的推力返回。

安布(8岁3个月) 我碰撞球的这个地方(指向球的正背部),它就走了,然后它回来(连续3次取得成功)。它为什么能回来?不知道。球是怎么动的?它滚动,它很快地拐回来(正旋)。它是这样(反旋向前)转回来的吗?不是,因为它就要向回走。

杰安(9岁4个月) 将你的手放到球上,这样压(向后),你压它,把它拉回。它为什么能回来?……在回来之前,它是怎么走的?它这样(正旋)滚动,而且滚得慢了。为什么?为了回来。在回来的路上,它是怎么转的?另一种转法(正旋)。

阿义(9岁5个月) 他做出了相同的反应。他仅仅指出正旋,甚至在用双色球和海绵做实验时,也是如此。

南恩(9岁5个月) 她用大拇指和食指捏球,认为这将使它返回。怎么做?(她显示出来的是使球绕垂直的轴线转动,像陀螺一样。)你认为这样能使它返回?

我不太有把握!看,这样做也能使它转起来。它是怎么回来的?还是像陀螺那样。用这个(海绵)比画给我看看。(她压顶部,并发现它旋转。)我压顶部,它走回来。再看这个球,它开始动的时候是怎样的情况?(她表明是反旋。)后来呢?再试一次。它转得非常快,后来它就滑动(在向前和返回的路程中都是正旋)。它停下来时,出现什么情况?它就在停下来的地方转(像一只陀螺,然后在向前路程的终点处自己颠倒过来做正旋)。它为什么能回来?它总是有足够的推力……它停下来。用这个球(黑白相间的球)试一试。它开始时是这样(反旋)。不过,它怎么能向前走呢?它是怎么向前走的?那是因为它在顶上滑动(刚刚离开地面)。但我不知道它为什么能回来……当它受到推力时,你就可以说它飞起来了,这使它跳起来(因而就使它以反方向跳回来)。

杰斯(9 岁 11 个月) 我压球,并将我的手抽回。它为什么能向前走?你用手使它稍微地跳起来……它有点跳。后来怎样?好像有人将它往回推,然后它就返回了。使它返回的原因是什么?跳。我觉得地板可能也有关系……地板上有名堂,它就回来了。对于向前的路线,杰斯指出是平动和正旋,后来它就跳。后来当你碰撞它时,它跳了回来(参见南恩)。

ⅡA 水平是具体运算的开始,把握一般的可逆性和过渡关系的概念,而且在因果关系的领域,也掌握了关于运动的中介传递和半内在传递。因此人们可以预期,既然受试者要经历一段很长的时间才意识到,在他们从球的背部下压时要有一个(手指)向后收的动作,那么便会立刻得出这么一个结论,即这么做将使球向后旋转,甚至在球向前投射时情况也是如此,而且,由他们的动作所造成的向后旋转能解释球返回的原因。事实上情况并非如此,而且他们仍然并非偶然地歪曲了物体之可以观察到的这一特征,其原因何在?

在对于他们的动作之观察方面,所有的受试者都清楚地意识到他们是如何从球背上下压以及抽回手指的。虽然处于中介状态的受试者吉尔(6 岁 9 个月)对这一点并不绝对清楚,但在最后他说,*你使它向后走,你推它,它回来了*。"使它向后走"这一措辞尽管仍然处于表示压球背和将手抽回之间,但它的确说明了一种被认为是使球返回的动作——虽然他在用白球做实验时还没有把握反旋这一概念。另外,对于爱努来说,手指抽回的动作并不是非常有意识的,或者说这是在经过多次尝试后才意识到的(因为我们对这些过程的叙述往往有节略)。*你推后面*,而且首要的是*我将手指往后抽*,不过,她还是指出了正旋。雷恩之所谓"你推"的意思由他之所谓"你转动它的后部"和"你就拉它回来"作了清楚的表达,这使他的"正旋"的断言看来更为自相矛盾。雷叶具有相同的论点:*你就要将你的手指稍微向后收一点*。克力的回答更微妙些:人使它*稍微向前滚一点儿,稍微向后滚一点儿*,然后*你在后面推*,*球就向前走*,因而是正旋。而杰安则将这个程式搞得更完整,*你压它*,*把它拉回*,但同时又坚持旋转方向是正旋。简言之,尽管所有这些受试者都认识到球被投射向前,但他们也注意到了这一点,即他们撤销了他们的手指

对球的压力(撤回的动作)。可能是由于动作比较主动的性质,当实验者详细地询问所发生的情况致使他们仔细注意这个方面时,这一点尤其突出。

既然情况如此,那么同样的这些受试者为什么如此难以观察并理解球的运动呢?在白球向前走动时,他们都持续地"看到了"正旋。有些受试者(如爱努)甚至在黑白相间的球明显地做反旋时还是说球是正旋;另一些受试者(如拉普)在用黑白相间的球做实验的情况下,最终承认球在反旋,但还是认为全白的球在向前时是正旋。在球(即物体)之旋转的不正确观察和对于动作之观察的明显的进步之间存在着出人意料的差距。如果人们回想起,正旋同儿童自己关于如"压"和"抽"他的手指以及球"向后"走的描述显然是矛盾的,那么这一差距就更为显著。现在我们要问,为什么会有这种差距?事实上,虽然对于我们来说,在向后收的动作和反旋之间的因果关系可能是显而易见的,但在儿童看来,还有另一个更为明显的因果关系,这就是,如果球向前走,那么它就一定向着它前进的方向转动,因而球必定是正旋。这正是安布所明确表达的意思:如果是反旋的话,球就不能向前走,*它就要向回走*——这是一个令人难以理解的反对意见,因为"向回走"恰恰是球在返程时的情形,但在安布看来这却是不可动摇的,因为球在运动的路程上是向前走的。同样地,当南恩看见黑白相间的球在向前走时是反旋的时候,她大声地说:"它怎么能向前走呢?"然而,她后来却正确地回答了自己的问题:"那是因为它在顶上滑动(刚刚离开地面)。"但后来,使人感到难以理解的是,她不再理解球是如何返回的原因,似乎这种反旋不再存在!而且由于反旋不再存在,便在返程中变成了正旋。她关于跳动的假设是一种调和这两种观点的努力。

概言之,在这个水平,通过"看见"白球的正旋(有时也"看见"黑白相间的球的正旋,在用黑白相间的球做实验时,人们可以想象,旋转的方向是明显的),儿童并非偶然地歪曲了他们对于物体(球)的观察。此外,他们对于所见事实的解释,将随着他们对于情境,而不是纯粹感知的理解的变化而变化,在这些事例中,他们的所见与他们认为应该看见的东西是矛盾的。为了解决这个矛盾,首先,儿童必须更为精确地观察物体:球在向前走的时候,它实际上并没有滚动,它是滑动了一段距离(正如南恩在一个时刻意识到的那样)。其次,儿童必须认识到这种改善了的观察的意义,并将它同反旋协调起来。这涉及一种完整的因果关系的模式,同时还要回到动作本身的机制上来——在同一时刻推和拉,这样使球向前滑动,而与此同时又向后转。有些受试者(如吉尔、雷叶和其他一些人)认为,球之所以返回,是因为它在起动时具有他们施加于它的压力(尽管同大多数儿童一样,他们还是坚持认为球是"自己"回来的,或者说,他们并不懂得球返回的原因)。即使是在儿童这么认为的时候,他们也没有对此做出深刻的思考以把握其两面性(换言之,即它的两个组成部分),并真正理解实际发生的情况。在这个水平,这种显而易见的因果关系并没有超出对于涉及物理法则事实的直接理解,因而就有了关于跳动,以及地板、墙、空气等所发挥作用的补偿性的假设。

ⅡB 水平

处于这个水平的受试者将设法理解这一点,即压球的背部会使球离开,并使球反旋。不过,只有在经过了许多矛盾的陈述和犹豫之后,他们才能做到这一点。

例子

费奕(8 岁 2 个月) 他在第一次成功之后说,我压这个球,它就滑动,然后它返回。你是怎么做的?我用我的手压,不是压正中间,稍微靠边一点……最后球就自己跳起来,(当我让它走时)它就走了。它为什么能回来?因为它滑动。怎么回来的?它自己(在空中)转过来,然后它向前走,因为它在地上转动。尽管如此,他还是表明了球是正旋。所以,那样转就使它返回了?是的,因为你压,稍微过一会儿它就返回了。你能比画给我看看它是怎么滑动的吗?(这一次,他表明的是反旋。)它是那样转的吗?它不是(在桌子上)平着滑过去的,它有点跳。它是滑动还是转动?又滑动又转动。是同时吗?先转动。怎么转?(还是正旋。)后来呢?它开始时是滑动。它转动,后来滑动。它怎么才能回来?那是因为它转,这使它回来。它为什么停下来?因为它滑动,后来它突然不再滑了(在地板上),所以就回来了。再解释一次。你将手稍微往后拉一点,它就滑动、转动,但这同你踢球不一样。如果你踢,情况怎么样?它像这样(正旋)走。如果你压乒乓球呢?不一样,它有点跳,然后你压,这样你使它换一种样子转(反旋)。比画给我看看。(实际上他比画的是反旋。)但这种过早发展的理解是如此之不稳定,以至于在实验结束时又回复到原来的理解,说在向前和返回的路程上球都是正旋。似乎一开始时的反旋,在经过一段适当的时间以后,在向前路程的终点,只是造成一种方向的改变,而这种方向的改变则是使球返回的原因。

艾考(8 岁 6 个月) 他始终认为,球有时在刚开始时是正旋。他说,我将手指放在它的上面,我拉,然后它就转,就回来了。再做一次。(又取得 3 次成功。)我将手指放在球上,我这样拉它(球背朝着他自己),球就转了。怎么转?这样转(正旋)。用这块海绵比画给我看看。(在平移之后,稍微做了反旋。)球是怎么走的,是这样(平移)还是转动?它直着走开。它开始时不转吗?不,它转动,不过不是同时。一开始时它怎样?它转动。后来呢?它向前走,它转,它回来。它是自动地走的吗?不,我的手指使它走(动作正确)。那么它是怎么才能回来的呢?它转。因为它转动,所以它才回来的吗?是的。

吉艾(9 岁 6 个月) 在这次实验之前,他已经向其他人表明过,不可能使球返

回。在这次实验时，他一开始的反应似乎接近第Ⅲ阶段的反应，但后来就看到，他没有达到这个发展水平。*你将手放到上面，你推，你压顶部。*在压的时候，你也在推吗？*同时又压又推。*如果我推，然后向后压，这样做对吗？*对。*后来呢？*如果你向后拉，它就向后走。如果你也压——不，如果你压顶部——它就向前走。*怎么走？（平移，不旋转。）*如果你推，它就走。它向前走，它后面仍然有推力，所以它回来了。*用海绵比画给我看看。*你向后拉，你压顶部。*（指出的只是平移。）就这样吗？*不，它在空中转*（反旋）。球呢？*它也这样*（同样的旋转）。它怎么会向前走的？*那是因为你推它。*在它向前走的时候，它怎么又返回了呢？*那也是因为你推了它。*它为什么停下了？*因为它后面不再有推力了。*什么推力？*使它向前滑动的推力。*它为什么返回了？*仍然是推力使它向前走，所以它回来了。*使它返回的推力是从哪里来的？*那也是因为你推它。*用黑白相间的球做实验：*同另一个球一样，它向后转。*它停下来时，情况怎样？*它仍然稍微在转，由于有使它向前走的推力，它返回了。*在回来的路上，它是怎么转的？*向后，有点乱转，因为这*（黑色的部分）*不能使我看清它是怎么转的。*它为什么能返回？*因为它不是向前转，而是向后转，所以它回来了。*它不是向前转的？*是的，向后，不过这是乱转。*

盖波（10 岁 5 个月） *他说，你在这上面*（背部）*稍微推一下，向下转一点，向前推。*在取得 3 次完全成功以后：*它走开了，有点跳，后来才真正地转，然后就回来了。*它怎么转？（正旋。）什么东西使它返回？*不知道。肯定是我们。*你做了些什么事才使它走开，同时又使它回来？*做了些什么？如果你压，就使它走，同时又使它回来。*再试一试。*最后几次跳得不厉害，很靠近地板。在它向前走的时候，它几乎在转，在它回来的时候，它转得很好。*用这块海绵比画给我看看球是怎么转的。（犹豫：反旋，然后正旋，最后从一开始就反旋。）

对于球的动作比较精细的观察，几乎使这些受试者达到了完全的理解，因此，之所以还保留某些不精确之处，是因为在对物体的观察和对动作的观察之间还没有充分地协调。虽然费奕一开始说，在向前的路程上，在球开始在地上滚动之前先“滑动”或“跳动”，但后来由于旋转，他感到不得不说是正旋，再后来他曾承认过（在向前的路程上）反旋，不过接着又回复到正旋的说法上来。之所以如此，原因正在这里。当要求他解释为什么返回时，他做出了正确的解释：球在滑动的时候也在转动，不过是反旋——而且这就是它最后在停下时返回的原因。然而，由于他不能将这一发现同他自己最初的动作的两个方面（推进和反旋）充分地联系起来，所以他最终放弃了正确解释，并在由于他的手指后撤所造成的反旋同球的返程开始之间，再一次引进一段正旋。

在艾考的例子中，这种缺乏对于物体和动作观察之间的协调更为明显。他清楚地知道，在向后拉球的同时将球向前推进，就可以使球向后旋转（他用海绵说明了这一点）。然而，由于他将这看作两个连续的动作而不是这一双重动作的两个同时存在的方面（*它直着走开……不，它转动，不过不是同时*），所以他便将旋转同向前的平移分离开

来。这样,尽管他说球之所以返回,是因为它转动,但他还是认为球在向前走时是正旋(他显然认为,球的旋转作用是滞后的而不是持续的)。

与此相对照,吉艾最初在物体和动作观察之间几乎是完善的协调,从而使人们感到他已达到第Ⅲ阶段。"你压顶部",这将使球向前;"你向后推",这将造成反旋,而且你要"同时又压又推"。不过,他认为可以先推,然后向后压,这表明他对上面所说的"同时"理解得并不透彻。此外,虽然他认识到球持续地以反向"在空中转",但他拒绝将这种反旋和向前投射归于两种不相干的力量(或两种推力),这同第Ⅲ阶段的情况是相同的;而且,他最终做出了相互矛盾的解释:*仍然是推力使它向前走,所以它回来了*,而且由于有*使它向前滑动的推力,它回来了*。这样吉艾便将实验刚开始时非常清楚的情境搞混了,最后他对反旋本身也有所怀疑——非常荒谬的是,甚至在用两种颜色的球做实验时,他也是如此。他力图通过赋予球多种旋转来规避这个问题:*是的,向后,不过这是乱转*(这样便像一个陀螺,同时也像一个球)。

同处于ⅡA水平的受试者一样,盖波在开始时说,球正旋着向前走。后来,在解释球为什么返回时,他的回答接近正确的说明。他一开始便注意到球在"走开时有点跳",而且只是在后来才"真正地转",然后他同时认识到在向前的路程中是反旋,以及压的动作的两种效果,但他最后的犹豫表明了这种认识是多么不稳定。

第Ⅲ阶段

第Ⅲ阶段的受试者从一开始就懂得,通过压球的背部并将他的手指往后拉,他在实际上便同时做出了两个不同的动作:将球向前推,并使球向后旋转,这样就使球返回。这个水平的平均年龄是十一二岁,但也有一两个比较早熟的例子(在我们的这些实验中,通常都能发现这样的情况),其中包括一个年龄为8岁6个月的孩子,他早就独自使铁圈返回,而且他无疑已经理解了这种现象。

例子

迪尔(8岁6个月) *立刻就取得成功。我不是这样压的,而是另一种方法。只要它回到地上,就能使它返回。我已经用铁圈做过了,不过不是每次都成功。*你说的"另一种方法"是什么意思?*我向后压,这使它向反方向走。*它为什么能回来?*因为是这样(朝向背部)使劲的,这就使球回来。你给它一些力量使它走开,然后,由于压它,你又使它回来。你给它两个力,一个使它走开,另一个使它回来。*一个力是什么?*那是你碰撞它,这能使它向前走较长的时间。*你是怎么做的?*先这样压,这使它走开,与此同时,在你这么做的时候,你让它这么转(反旋):你让球向着*

你使球离开的相反的方向转。如果球不再有(向前)走的力量,它就回来了。

赛尔(10 岁 4 个月)　*他说,我挤它,以使它回来,但是,要使它返回来……你不要推得太重,这样它就滑动,然后就回来。在它走开时,它怎么动?它向后转,然后停下来并返回。它为什么能停下来?因为没有足够的力量使它再向前走。力量都用完了。是一下子用完的吗?不,一点儿一点儿地用完的。为什么?因为向回走的力量越来越大。这力量增加吗?不,它没有用完。这种力量是从哪里来的?来自我们的手,那时我们使它返回。*

杰克(10 岁 6 个月)　*在它向后转的同时它被向前送。它是这样(反旋)走的,一直走到力量用完为止,然后它这样(持续地反旋)回来。什么东西使它返回?因为它是以(与出发的方向)相反的方向旋转的。过一会儿,它不再有向前走的力,所以它停下了,但同时它自己仍然转着,所以回来了。它总是向着一个方向旋转吗?是的,自己转。它是自己回来的?不,有新的力量。这种力量是从哪里来的?事实上它向着它将要返回的方向转。什么东西使它以这种方式返回?用你的手推。先将它向前送,同时它这样(反向)转,这样它就回来了。过一会儿它不再有力量(推进它),它自己转着,总是向着它送出去的相反的方向转,所以它返回。*

弥尔(11 岁整)　*他认为不可能使球返回,不过他随即便看到实验者的示范,他自己也立刻取得成功。我试着使它这样(反旋)回来。它怎么才能回来?当你压的时候,就使它向着相反的方向转,它也走出去。因为它转动,所以它才向前走的?不,因为在它转的时候它滑动。为什么它停下了?因为它不再有向前走的力,因为它不是这样转(正旋),而是那样转(反旋),所以它回来。这力量是在哪里用完的?在路上,它用了两倍的力量,因为它是那样(反旋)转的。如果它这样转(正旋),它只要用一倍的力量就能向前走;如果它这样转(反旋),它要用两倍的力量才向前走。*

爱力(11 岁整)　*你压,这使它走开,同时也这样(反旋)转着,而不是那样(正旋)转着。在它走开时,它有力量,因为是你把它送出去的。当它的力量全用完时,它就向着我们这儿回来。它为什么能够回来?它有向后的力量,因为它自己在转着。在这里(在向前的路程上),它有较多的力量。当这力量用完时就有第二种力量,因为它自己转着,这就是它回来的原因。是因为有第二种力量?在它走的同时,它得到两种力量,但有一种力量用完了。*

曼恩(11 岁 7 个月)　*要使它回来你就压它,它走开了,又回来了。为什么?当它不再直着走时,因为它向后转,所以就回来了。*

雷克(12 岁 2 个月)　*通过使它反着转,我设法让它跳起来。它为什么停下了?一开始时它就刹车,因为它反着转。*

所以,第Ⅲ阶段的儿童理解球返回的原因,因为他们能够借助于推理的协调,将所看见的球的动作同他对自己动作的观察联系起来,这样,这两组观察最终便完全是真实

的(这还是由于有推理的协调)。儿童承认在向前的路程上球做反旋运动,这就无须在返回的路线上借助于方向的改变来解释球返回的原因。此外,受试者立即承认,球在向前走时,它实际上不是在滚动,而是滑动,在滑动的同时向后旋转。至于动作,他们认识到他们同时既使球向前投射,又使球朝着自己向后旋转。

上述推理的协调是怎样使儿童能够理解所发生的事情的?这涉及运动之两种不同的传动或传动者。由于其中的一种传动,就其性质来说,是观察不到的,所以两者合在一起也观察不到。正如迪尔所说,*你给它两个力,一个使它走开*,另一个(从一开始就是反旋)*使它回来*。尽管迪尔试图用可以看到的情况来说明"力"(*那是你碰撞它,这能使它向前走较长的时间*),但在这种"碰撞"和作为它的效果的持续时间之间,显然有某种东西的传动,其中还带有一种传递得无法观察的能动的成分。当要求他们界说这两种力时,大多数受试者只是对之加以描绘,而不去探索其原因:力Ⅰ(投射)离开,力Ⅱ(反旋)从一开始就存在,而且把它描绘成与第一种力相反,然后宣称它自身是独立的(杰克和爱力)。赛尔说得稍微多些:在说过力Ⅱ(即"向后走的力")"越来越大"之后,又自我作了纠正,他详细地说到这种力只是保存着(*不,它没有用完*),所以,相对于力Ⅰ("用完了")来说,它的力量变大了。弥尔和雷克更进了一步,他们解释了力Ⅰ用完了的原因(如果力Ⅱ保存着的话)。雷克说,那是因为反旋(力Ⅱ)使它"刹车"。弥尔详细谈到,力Ⅰ的停止是由于这么一个事实,即在出发的路程上,球*用了两倍的力量:如果它这样转*(正旋),*它只要用一倍的力量就能向前走*;而(在向前的路程上)反旋时,*它要用两倍的力量才向前走*——即反旋的距离加上正旋时应该走的距离。

所以,不可否认,儿童在运算发展方面的进步已经导致了一套给人印象深刻的推理协调。正是这些协调,才使儿童对那些可以观察到的特征有稳定的看法,使这些特征可以理解,并使他们能将物体的特征和动作本身的特征完全联系起来,因为他们现在弄清了一个背后的原因;否则的话,他们仍然是将这些简单地同一种有关的物理法则相联系。

结　论

两种观察范畴(物体和动作)互相交替的动作(辩证法)和推理协调的需要。

刚刚描述过的五种水平清楚地提供了一个通过平衡化而发展的典型例子。ⅡA水平的受试者常常能成功地使球返回,然后,只有到了第Ⅲ阶段,才对这种动作有完全的、稳定的概念化。正如下文将要显示的那样:这五种水平的成功发现,相对于遇到以经验为依据的新的事实来说,似乎更受将各种观察联系起来的内生的过程的控制。

(a) 第一个任务是检查这些水平的连贯性。下表(每一年龄段在每一水平的百分比)显示了对于大约50名受试者进行实验的结果(他们几乎所有的人都在两个单独的

场合受到过询问)。

水平	年龄(岁)			
	5—6	7—8	9—10	11—12
ⅠA	50	0	0	0
ⅠB	37	0	0	0
ⅡA	13	78	45	0
ⅡB	0	14	40	25
Ⅲ	0	8	15	75

(表中数字为百分比,如 50 为 50%)

虽然(除了ⅠA 和ⅠB 水平)每一水平都呈现有广泛的年龄系列,但如果我们将ⅠA和ⅠB水平放到一起考虑,那么,每一水平的最大百分比便呈下列年龄次序:第Ⅰ阶段 5—6 岁的儿童的比例是 87%(50%+37%),ⅡA 水平 7—8 岁的儿童的比例是78%,ⅡB 水平 9—10 岁的儿童的比例是 40%(而这一水平 7—8 岁的儿童的比例是14%,11—12 岁的比例是 25%,ⅡB 水平是一个中介的水平,是一个最少连贯性的水平),第Ⅲ阶段 11—12 岁的儿童的比例是 75%。

(b) 大多数关于认知方面的研究已经看到了两种观察范畴(物体和动作)持续的相互作用,随着从一个水平向下一个水平过渡,互反性也越来越增大,而且,受试者最初也从他们对于物体动作之结果中获得了较多的关于他们的动作性质的信息。另外,在乒乓球的实验中,除了在第一个和最后一个水平,看来受试者并没有如此快地将一个范畴同另一个范畴联系起来。在ⅡA 水平,受试者对于他们的动作之新的(或者说,更精确的)观察并没有立即导致他们改善对于物体的观察,而且,在ⅡB 水平,对于物体之精确的观察导致了对动作观察的改善。

与通常的情况相同,ⅠA 水平有大量的在主、客体之间缺乏分化的例子,因而也有对两种观察范畴之间相互作用部分地歪曲的大量事例。奥雷认为,球在他的手够得着的距离内自己返回,而傅洛则认为球之所以返回只是因为她将球扔得稍微"重"一点(在实验刚开始时,她甚至没有意识到她将手放在球的上面而不是放在"球的下面"),等等。所以,使儿童知道他需要对动作有所了解的,显然是儿童对于球是否返回的观察,因为儿童动作所涉及的感知运动的调节本身还不足以保证其认知。从ⅠB 水平甚至ⅡA 水平往后,这一点将更为明显,因为到了那时候,比较积极的调节,即那些涉及真正选择的调节,而不仅仅是自动的纠正将首先使儿童认识到要压球的背部(ⅠB水平:阿特和伯尔),然后他们便知道(这一点更为重要),他们要将手脱开(ⅡA 水平)。

在ⅡA 这个小阶段(或ⅡA 水平)为什么会有这么大的年龄跨度(13%的 5—6 岁儿童,78%的 7—8 岁儿童,45%的 9—10 岁儿童)? 首先,受试者是怎样发现他要将手脱开的? 其次(这一点已经强调过了),在他发现了这一点之后,为什么要花这么长的时间才能正确地观察对于物体的这个动作的结果(即在向前的路程中反旋)?

儿童肯定能发现他的手指对于球的动作,而且,根据球是完全返回到出发点还是返

回一小段距离,也存在着新的、积极的调节,而不是早期的感知运动调节,因而对于物体的观察便能更好地分析实际动作。更使人感到惊奇的是,一旦儿童正确地观察到他最初使球旋转起来的动作,他并不立即就意识到球向后旋转。其原因无疑是,自积极的调节介入两种观察(物体和动作)范畴间的相互作用之时,这些调节便同与物体有关的推理取得了协调,以构成一种因果关系。所以,在受试者试图向自己解释他使球旋转的原因的过程中,他发现了他实际的所作所为。正是由于两种观察范畴之间的联系成为因果关系,他才感到需要理解这一点,即如果他将使球旋转的手撤回后,球是如何向前移动的。这正是矛盾不可避免的原因(只要动作本身的两种结果——投射和旋转——没有分化,这个矛盾就存在)。儿童仍然认为,如果球向前走,那是因为它在做正旋,即使他的手向后撤这一动作可能使他想起球会做反旋,情况也是如此。结果,尽管对于动作之比较精确的观察是由于儿童改善了对于物体观察的结果,但这(在7至9、10岁之间)并没有相应地导致他发现在前进途中的反旋。

所以,直到ⅡB水平,才最终掌握这两种观察范畴(手往后撤和前进途中的反旋)的相关性,因而本书所列举的这个水平的受试者便清楚地向我们显示,手向后撤的动作最终导致他们理解了球的反旋。这只是在受试者经过一段时间犹豫之后才出现的情况,因为(在他们看来,情境的因果关系是清楚的)肯定存在着这种对物体的观察与对实际动作的观察的相互影响。这就是说,他们必须认识到实际动作的双重性:它既让球向前投射(滑动,没有旋转,沿着地板向前),又使球反旋,同时“使它有点儿跳”。

两种观察范畴(物体和动作)之间的这种完全的协调实际上只有到第Ⅲ阶段才遇到,所以,根据我们的判断,大约有75%的十一二岁的儿童才把握这一点。这些观察范畴之间的相互作用在7岁以后即开始,可分为三个主要的阶段:在ⅡA水平,受试者对于物体的观察对受试者动作的调节发挥了突出的影响作用;在ⅡB水平,后者与前者相互影响;在第Ⅲ阶段,最后综合,从逻辑上讲,只要受试者能够适当地联系他在ⅡA水平开始时的观察中所获得的信息,就会出现最后的综合。

铁圈

这个实验实际上是一种变化了的乒乓球实验。它非常有趣,其原因在于,虽然使一个铁圈向前走并返回需要有较大的肌肉力量,而且首先要有比拨弄乒乓球更高的技巧(使铁圈不要倒下来),但对于所发生情况的理解却要容易些。看清它的反旋是比较容易的,首先,因为铁圈要比乒乓球大得多;其次,因为它类似于一个轮子,它只有两种旋转方向,这同球不一样,球能够像陀螺那样旋转。

(a) 处在第一水平的受试者(其中包括一些年龄为7岁的儿童)既不设法使铁圈返

回，也不（在看到示范以后）注意反旋①。不过，他们一般都注意到，在铁圈向前走时，它在空中向上走（一种悬空运动）。

克雷（7岁7个月）　他只是将铁圈向前抛。仔细看。*它回来了！哦！我一定得抛得高，然后它就回来。*什么东西使它回来？*什么也没有。没有什么东西使它回来。*（重新试了试。）*因为你抛得重，因为它站着，所以它回来。*为什么它改变了方向？*因为它不再有力量向前走，然后它就回来了。*

在ⅡA水平，反应更类似于在乒乓球实验中所遇到的那些反应：受试者能成功地模仿所要求的动作，铁圈在一开始离开时就反旋。但这一成功并未发展为概念化，而且他们继续认为在出发和返回的路程中都是正旋。

例子（ⅡA水平）

艾那（7岁6个月）　在经过几次失败后，他将铁圈向空中摇动抛出去，然后模仿着示范动作抛铁圈，这样铁圈往回走了一段路程。实验者再做一次示范，并要求他说出铁圈的运动。*它走到那里，它回到这儿。*它是怎么返回的？（他在往返两程上都指出了正旋。）*先是像这样，然后像那样。*

史太（7岁10个月）　你有没有仔细看我做？*看了，非常仔细。*什么使它返回的？*嗨！我说不出来。*在我抛它时，它转吗？*转，这样转*（往返两程都是正旋）。*最有趣的是它拐了弯*（在往程的终点），*我从来也没看到过。*再看一遍。*我明白。现在我能给你解释这拐弯：在拐弯的地方有一个铁圈，它已经很好地拐了一点*（在往前路程的末端指出了反旋），*然后它回来。*拐弯了？*是的，它拐了弯*（指出正旋）。用这（海绵）比画给我看。（他对往返两程都指出正旋，在往程的末端将方向倒了过来。）为什么它在那里改变方向？*因为它回来，如果不这样，它就直着往前。我发现很有意思的确实就是这拐弯。*这有诀窍吗？*我认为没有。它像弹簧，你先拉它，然后"砰"！*（指向反旋。）这是同样的原理。

马尔（7岁4个月）　为了使它返回，你一定得怎么做？*你一定得扔它。*就是扔？（实验者再做一次。）*你将你的手稍微向后放。*你想试一试吗？（部分成功。）然后她将铁圈的运动描绘得像一个圆的大弧，往返两程都是正旋。

爱姆（8岁2个月）　在一次示范之后，他抛出了铁圈。实验者又做了一次示范。为了搞清楚你必须做些什么，你一定得看哪里？*你一定得看铁圈，因为你要对它做些什么。*然后呢？*它向前走一段路，再回来。*当它向前走时，它转吗？*转。*

① 正旋指向着铁圈运行的方向转动，反旋指向着与铁圈运行方向相反的方向转动。事实上，为了使铁圈返回，就必须在出发的路程中反旋，而在返程中正旋。在ⅡB水平之前，受试者一般认为，在出发和返回的路程中，铁圈都是正旋。

(指出正旋。)

吉爱(8岁9个月) 同样是部分成功。用铁圈比画给我看看。(在往返两程上都指出正旋。)*像那样*。

这些反应可以在许多方面同乒乓球实验中遇到的那些情况作直接的比较。当然，动作比较难以完成，而且只有少数几个处于这个水平的受试者设法使铁圈恰好返回到他那里去。然而，由于物体比较大，所以易对物体作正确的观察，而且儿童的注意力也易于集中于物体。爱姆说，*你一定得看铁圈，因为你要对它做些什么*，因而就(像乒乓球实验中处于同一水平的受试者那样)无视*将你的手稍微向后放*(马尔)这个动作的原因。不过，这种对于物体的专注具有两种消极的结果：它导致儿童认为铁圈完全是自己返回到出发点的(史太说，*像弹簧*)，然后他们便获得这样的想法(爱姆)，它是正旋着向前的，这是一种与他们能够清楚地看到的情形相反的假定。

(b) 在ⅡB水平，我们可以遇到一些中介的反应，这些反应与乒乓球实验中这个水平的反应相类似。

例子(ⅡB水平)

戴恩(9岁整) 他承认以前曾玩过使铁圈返回的游戏。你是怎样使铁圈出手的？*使它向后转*。它怎么才能回来？*正确地转动*。所以说戴恩似乎已经理解了所有的东西，而且在如何才能使铁圈返回方面，他对实验者正确地发出了指导语(伴随有适当的姿势)。然后，当要求他具体说出铁圈的运动时，他表明出发和返回的路程都是正旋。他利用海绵来说明他的意思：*它这样走*(正旋)*到那里，那里*(停止)*；在它滑动时它拐了个弯*(颠倒旋转)*就回来了*(在返回的路程上正旋)。在它返回之前，它是怎么滑动的？*因为它还有一点儿力量往前走，所以它滑动，并再走*(返回)。是同样的力量吗？*是的，它是在同一个时间得到的，因为你同时给了两个力量，当它接触到地面时，它向前走，给它*(向前)*走的力量的是地面，因为当它到那儿时，它就那样*(颠倒了旋转，接着便再一次正旋着返回)。后来就改变方向返回吗？*因为它没有足够的力量继续走，它返回了*。它从哪里得到返回的力量？*在你*(通过扔铁圈)*使它返回的时候*。

卡尔(10岁1个月) 他说，*有一种扔它的办法能使它回来*。开始时他只是将铁圈向后向前地摆动，然后说，*现在我来做*(转动他的腕关节)。在问到铁圈怎么才会返回时，*它达到这个位置*(在前进的路程中上升到空中)，*这样它就刹住了，后来它就直立在那儿，并且返回*。到底怎么样？*很难说明白。它像这样*(在向前的路程上正旋)*来，然后这样*(在那地方转动)，*它返回了*(正旋)。

傅雷(10岁1个月) 他说，*它走*(正旋)，*它自己转*(像一个陀螺)。他没有使铁圈返回，并且说，*你的手臂比我的手臂往后缩得更厉害些*，他认为这是铁圈返回

的原因。

劳吴(10 岁 9 个月)　他自己使铁圈出发后返回了一段路程。*它向前走,然后向后走。比画给我看看它是怎么转的。拐弯(在出发和返回的路程上都是正旋)。在它回来时也是一样。它为什么不继续往前? 因为我压了它的顶部。那有什么作用? 你压,然后它回来;我压,使它返回了一点儿;它向前走(正旋),它回来了。为什么? 因为有一种力量。那是你压它,它有点儿摇,然后它走得像一只飞镖。*从那以后,他明白在向前的路程上有反旋:*它之所以返回,是因为(在它向前走时)它向后走,那使它不能再向前走——我的意思是它滚动。它向前走,并滚着回来,是同一种运动还是两种不同的运动? 不,当坦克车向前走时,它的轮子向前转。那么铁圈的情况怎样呢? 它同坦克不一样。*

所以,这些受试者都已经把握到,铁圈之所以返回,是因为在开始时被向后压,这样,铁圈的返回是由抛铁圈者的动作造成的。同乒乓球的情况一样,这既不足以使儿童理解整个过程,也不足以使他们对所看到的球的情况作精确的分析,因为他们看见了自己认为应该发生的情况——例如劳吴之所谓与一个运载工具轮子的旋转"一样"的旋转。

(c) 在第Ⅲ阶段,受试者对动作和物体都做了精确的观察,而且他们推理的协调最终也是正确的。一般说来,这些儿童的年龄在十一二岁,其中也有一个发展得早的 9 岁的儿童和几个 10 岁多的儿童。

例子(第Ⅲ阶段)

卡符(9 岁 4 个月)　*在你摇动它时,你摇动铁圈,这样它就倒着转,然后它就返回。后来呢? 后来就那样:因为在你扔它时,它那样转,它就回来。为什么它不再向前走了? 那个使它这样转(反旋)的力量使铁圈停了下来,它就回来了。它回来时仍然转得很厉害吗? 转得差点,但在停下来时它转的力量是足够的,后来它就这样走(返回)。*

克莱(10 岁 10 个月)　*我在扔它时,似乎我想要它朝我这儿回来,我使我的铁圈稍微向后转。我使它滑动(向前),但同时我使它向后转。为什么它能持续向前走? 因为在它向后转动时,它滑动;在它开始停下来时,它(在地板上)向后转动,并且回来了。是不是像有点东西那样,你压它停下来的? 不是,因为它向后转,它刹住了使它向前走的力量。*

傅拉(11 岁 5 个月)　*你在它出发时一定得稍微用力推另一边,使它倒着转。那怎么样? 它先滑动,因为它倒着转,在它停止滑动时,它就向着我们走来。*

安特(12 岁 2 个月)　*你一定得用你的手向后拉,使它向后转。为什么它停止向前了? 因为它碰着地,这样它就刹车了。只要力量大,那就可使它回来。什么力*

量？在它转动时它就有的力量。这力量从哪里来？来自你的手。这也是使它向前走的力量吗？不，这只是在它向后转时的力量，你（向前）扔得不是很重。

从总体上看，这两个实验所显现出来的发展模式非常相像，尽管还存在着这样的事实，即在一个实验中，动作比较困难（使铁圈返回）；而在另一个实验中，对于物体（乒乓球）的情况则难以作精确的观察。在这两种情境中，进展速度慢的原因都是那些涉及理解这些情境的一些根本因素，而这些因素远比解决这些问题之知觉的或动觉的条件更为重要，即使其中只涉及一些显然是简单的发现，情况也是如此。

第四章 斜 坡[①]

所有的孩子都喜欢将东西沿着斜坡滑下来——或者将他们自己滑下来——甚至我们的4岁的受试者也精于此道。然而，他们是否知道如何使某样东西沿着预定的路线从一张大坡度的卡片上滑下来？换言之，为了做到这一点，他们能否正确地调整卡片，或者说，他们能否正确地安排砖块，以便使放在它上面的卡片形成正确的坡度？本研究的目的是，确定在这个领域中儿童的身体技巧是如何参与其间以及背后的原因，然后再研究他们对这个问题的认识。所以，我们希望发现儿童如何才能够逐步说"它总是向下走到最低的一边去"（这是一个12岁的受试者说的话，这句话的意思是，发现最大坡度的路线）这个阶段，从而揭示极值原理。

参加本实验的有60多个受试者（当然，由于篇幅所限，这里只能抽取少数例子）。在实验开始进行时，实验者向儿童出示一张长方形的卡片（一个大纸盒的盖子，形状如图2），要求儿童在不碰纸板的情况下，在纸板上沿着各种路线做筹码移动。（儿童自己发现，必须使筹码向下滑动。）这些路线可能是垂直的（从 *D* 点到 *B* 点，或者，如果纸板换一种放法，则从 *A* 点到 *C* 点），可能是对角的（在角1和角3之间，或在角2和角4之间），也可能是倾斜的（从 *A* 到 *B*，或从 *A* 到4，从 *D* 到 *C*，等等）。然后要求儿童描绘自己所做的一切，例如，筹码从哪里启动，走到哪里，并解释它为什么走那条路线（或者说，它是否可以有另一种路线）。

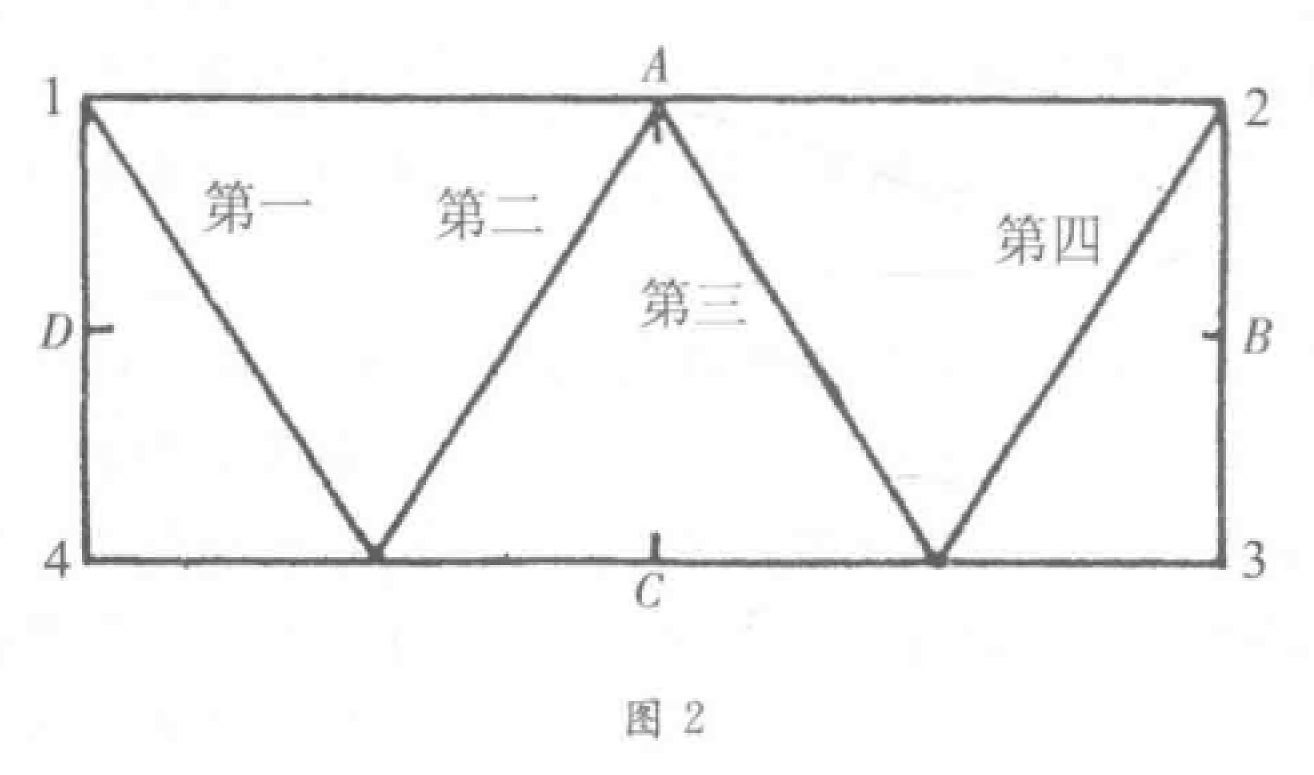


图2

随后，实验者用粉笔在纸板上画一个大的W，即从1开始，走向4和 *C* 之间的中点（第一笔），从这一点到 *A*（第二笔），从 *A* 到 *C* 和3之间的中点（第三笔），再从那儿到2

① 与安妮-玛利厄·祖特尔(Anne-Marie Zutfer)合作。

（第四笔）。第一个任务，要求儿童使筹码沿着这个 W 前进，然后说出他是怎么做的（部分地确定儿童是否意识到这一点，即对于第一笔和第三笔来说，角 4 必须高于角 3）。接下来（不过下面的任务顺序可以改变），交给儿童一块大纸板（这次给他的纸板非常平，不像纸盒盖那样），要求他将手放在一个正确的位置上，以便接住实验者将要从倾斜的纸板上滑下来的弹子。所以，儿童必须从弹子的出发点判断并确定（所有的事情发生得都非常快，这就要求除了能准确地辨认数据，还要有正确的推理能力）弹子最终将滚到哪里（从 B 到 D，从 A 到 C，从 3 到 1，加上各种倾斜的路线）。

第二个任务与做类似倾斜的纸板有关，但这一次用一块幕布将纸板的中间部分全部遮住，只露出四周。实验者让一个筹码沿着从 2 到 4 的对角线滑下来，要求受试者根据筹码的出发点和纸板的朝向，画出这条路线。

在第三个任务中，实验者给儿童一枚六角星，并且（在开始实验时）要求他使筹码沿各种路线运行，其中有些是直线，有些是曲线，然后询问他是怎么做的，哪些点他接触过，方向如何，等等。

在最后一个任务（这个任务后来放弃了）中，提出的问题，类似于最早实验的那些问题，不过这次不是给他纸板，而是给他一块板条，要求他使一滴水沿着一定的路线流淌。

虽然不一定要求所有的受试者都完成上述任务，但都给了他们每个人一块搁在砖块上的倾斜的纸板，并要求他们仅仅改变砖块的位置使筹码沿着 1—3 或 2—4 这些对角线运行，不允许他们用手捡起筹码。所以，儿童必须将最大数量的砖块放在起点（最高点）下面，而将最小数量（或者根本就没有）的砖块放在终点下面，也不能忘记支撑纸板的其他部分。最后，要求受试者解释他的动作。

由于这些任务的难度不同，所以将他们对于这些任务的各种反应加以比较将明白地显示受试者身体动作和他们对于情境认识的演变，并能揭示推理协调方面不同解释背后的各种概念化。

ⅠA 水平

例子

费依（4 岁 5 个月） 他正确地在 D 处抬起纸盒的左边，以使筹码从 D 点滑向右边的 B 点。你是怎么做的？*像那样*（模仿他的动作，但未接触盒子）。你抬起的是什么？*盒子*。哪里？*这里*（正确）。筹码呢？*它滑向那里*。为什么？*因为我搞了一个斜坡*。如果你抬起这里（1—2 一边的 A 点）呢？*那就会到那里*（到 C 处，正确）。对于从 A 到 B 的倾斜路线，他握住盒子的 A 处，并使之向 B 侧倾斜，显现了

自发的高度和这方面的运动调节，以形成一个新的构造。然而，当进行W实验时（这意味着一种更为主动的涉及有意选择的调节），对于第一笔，他只是在1处抬高盒子，使它向着长边3—4倾斜，这便将筹码送到了4。它现在在哪里？*这里*(4)。但我们想要它走到那里(4与C之间)。（他像先前那样开始，但这一次他同时将他的另一只手朝粉笔路线下放。后来，在将筹码弄到4与C之间以后，他在C处抬高盒子，并使它向1—2这条边倾斜。）你的筹码能沿着这条路线(W的第二笔)走吗？（他伸出手指沿着粉笔路线运动。）尽管又没有成功，但对于W第三笔和第四笔，他还是那么做，而且在用弹子代替筹码做实验时，他开始做时还是如此。在进行W的最后一笔，并问他纸板的哪些部分较高时，他正确地指出2一定得是最低的角，但他显示3—4这条边的C，而角4却不是最高的角。再者，当纸板用幕布遮住，而他只能看到出发点和斜向时，费依正确地指出了对角线1—3。你是怎么知道的？*因为我听到*。然而，当将砖块放到板下以使筹码沿对角线从2到4运行时，他将一块砖放到2下面，然后将另一块砖放到4下面。你认为它将向下走吗？*是的*。但根本就没有斜坡！（他将4下面的砖拿掉，把它放到3下面，使2和3的高度相同。）现在，筹码将怎样？*那样*(2—4)。为什么不是2—1？（在这种条件下，肯定是2—1。）*因为它没有向下走*。没有向下走吗？*因为没有线*（粉笔线）。试试看。（失败。）然后他在靠近B的地方放了一块砖，将另一块放在3下面，这样的两块砖便不可能形成一条对角的路线。后来在4和C之间放一块小砖，这将使筹码回到1。在将星交给他时，对于直线的路线，费依取得了成功，但对曲线却失败了。他拿着星的两个角，并将它抬得很高以便使筹码笔直地向对边走去。为什么？*因为你不能使它走到这里*（即绕过相邻的两个点）。不过，在筹码沿着曲线运行时，他通过调节星的方位而成功地走出了其他一些曲线。

弗罗(4岁6个月)　他在D处抬高盒子，把筹码向C处送，如此等等，以类似的方式进行。你是怎么做的？*我使它倾斜*（指出路程）。他一只手握在D处，另一只手握在C与4之间，立即取得了从1至3的成功，并且说，*我这样做*，同时指出路线。在利用星的情况下，他通过握住两个经过选择的点，以不同的方式移动，直至使筹码到达正确的位置，这样他在曲线路程上取得了成功。你的手是怎么动的？*我那样做*（他指出那些到达的点）。你的手接触了什么？（他任意指出不同的点。）*它们使它滚到这里*（一个筹码应该到达而实际上并未到达的点）。怎么滚？*像那样*（他使星以一个角支撑着立起来）。至于纸板，他只是模仿他做过的动作。在接弹子的任务中，他对于那些与长边或短边平行的路线取得成功，而对于诸如3—D这类倾斜的路线则未取得成功。

卜沃(4岁10个月)　她对于W的反应与费依相同。对盖上幕布1—3这条对角线，她想象了一条1—4—3的曲线：*像那样*。它不能停在这里(C)吗？*不能，因为它得那样走*（从1到3，根据平面的特点）。为什么它不那样？*因为它不知道它*

的路线。此后，她找到了对角线的解决办法，*因为我在我的耳朵里听到它*。至于搁在砖块上的纸板任务，卜沃在长边1—2的下面放了一排砖块，想象这将使筹码走正确的路线——沿着对角线2—4。后来，当它不是如此时，她在短边1—4的下面放了另一排砖。在接弹子的任务中，对于垂直的路线，卜沃取得了成功；但对于倾斜的或对角的路线，她期望它们是垂直的。

多姆(5岁6个月)　他立即成功地将筹码从D移到B(与长边平行)。*我在后面抬高，它向下走到路上*。但对于W左边的一笔，他只是抬高1—2，以使它高于3—4；对于第二笔，他便倒过来；等等。最后，他抬高角1，但他并未使角3和角4都离开桌面，换言之，他未使角4抬得比角1高，但比角3高(角3仍与桌面接触)。为什么你这样(朝向3—4)抬高？*这样做是对的*。在用幕布的任务中，他看着角1(它被抬得越来越高)，并正确地说出它*走到那里*(3)。不过他指出的是一条弯曲的路线，从1下行到C，然后便与边平行地从C到3。这只盒子怎么样？*像那样*(放在3上面)，但他仍然显示出相同的路线。在将纸板放到砖上的任务中，当要求使筹码再次沿着对角线1—3运行时，他在2下面放了一块砖，然后将另一块砖放到3下面，将另两块砖分别放到1和4下面，因而形成了一个水平面。你认为筹码会移动吗？*不*。(他将4和1下面的砖块拿开。)如果我将筹码放到这儿(2)，会怎样呢？*它要走到那里*(4，这个2—4的对角线的预言是错误的)。又做新的尝试，最后还是形成了一个水平面，这一次多姆拿走4下面的砖块，使角2高于角1和角3，这是正确的。

波尔(5岁6个月)　在有幕布的任务中，他正确地"猜到"了路线1—3，*因为我知道它要走到那里*。我是怎样抬高的？*这样*(向着2—3抬高，这将使筹码到2处)。在W的实验中，波尔犯了同样的错误：他先抬起一边(1—2)，然后抬起另一边(3—4)。你是怎么想的？*我在考虑怎样才能使它到那里*(实际上行走的是倾斜的而不是垂直的路线)。在纸板搁在砖上的任务中，当要求他使筹码从3走到1时，他在2的下面放了一块大砖，然后在2—3这条边下排了一排同样大小的砖。当发现这样做不行时，他放置了一些大小不一的砖块，使角3高于角2，角2高于角4，角4高于角1，而角1放置在桌面上，这样便取得了暂时的成功。但在后来，他又回复到不正确的构造上去(造成了垂直的路线)。你知道这样将会出现什么情况吗？*不知道*。在接弹子的任务中，当弹子平行于边下行时，他取得了成功；但当路线倾斜时，他失败了。它能不能走到那里(相对处)？*能！可以走到另一个角*(前后矛盾)。

安德(5岁6个月)　在完成W任务时他的动作同前面的那些受试者一样，但在放置幕布的情况下能正确地预见对角线。然而，在完成纸板搁在砖上的任务中，当要求他使筹码沿对角线2—4运行时，他在这条路线下面放了一排同样高度的砖块，所以最终形成的是一个水平面。然后，他将这排砖拿掉，代之以在每个角下面

放一块砖。最后，他只将一块砖放在 2 的下面，但毫不在意 1 和 3 的高度，因而形成一条弯曲的路线。为了对此加以弥补，他在 2 和 1 的下面各放一块砖，这就使路线几乎与边 1—2 垂直。当向他显示一块倾斜得可以形成 1—C 路线的纸板时，他预言的路线是 1—3。

ⅠA 水平的最显著的特征是，在几乎是自动的感知运动调节效果与带有故意选择（因而是一种有意识的考虑）的积极调节效果之间的悬殊差别，其中有一个儿童甚至在完成同一个任务时这两者都得到了表现——当然，这不是同时发生的事情。通过积极的调节，儿童便能把握实际发生的事情，所以，这种积极的调节（它最终能达到正确的概念和对情境的真正认识）能使这个水平的儿童在平行于这个平面之长边的路线方面取得成功。一旦涉及倾斜的、弯曲的甚至对角的路线，受试者便不太能想象斜面之各种可能变化。与此相对照，通过将与目标相对的那一点抬得高于其他各点（不用注意它们的高度）这一非常简单的过程，运动调节能成功地掌握所需要的所有动作（W 除外）。

在完成 W 任务时运动调节的失败肯定是由于这一事实，即由于有四条相连接的倾斜的路线（涉及三个不同的方向），受试者未作考虑时不敢行动；如果分别来看，每一条倾斜的路线都可以通过自动调节加以发现。例如，受试者费依在解释了如何造成从 D 到 B 的斜面之后，他设法使筹码沿着倾斜的路线（从 A 到 B）运行，但这次却未做出相同的解释。在完成 W 任务时，他倾斜的路线导致失败，因而不能对高度作第二次调整（这种调整在非平行的路程方面是需要的），而这种调整在先前的任务 $A-B$ 的路程中他曾经设法完成过。虽然他正确地指出了最低点（目标），但却将与之相对的整个一条边看作最高点。然而，在完成带有幕布的任务时，他只是看了看未被幕布遮盖的这个平面的最高部和最低部，却能正确地猜测对角的路线。他不理解其原理这一事实，通过他未能完成纸板下放砖这一任务而得到了证明。

在完成星的任务方面，费依和弗罗的差别值得注意。费依在一开始便仔细地考虑了这个问题，并坚持认为弯曲的路线是不可能的；而弗罗则立即行动（事实上费依是在考虑后才动手的），并正确地抬高了两个经过选择的点，后来抬高其相邻的点，这样便在筹码运行时修正了其运行路线。但是，在这个事例中，弗罗仍然不能指出他抬高了哪些点。

看来，纸板上放砖是这个水平最难完成的任务，因为它不可避免地要牵涉大量的主动调整。对于每一条倾斜的路线来说，儿童一定得决定砖块的高度和位置，而这些砖块要放在纸板之最少两个角的下面，一般是三个或四个角的下面。有些受试者未能通过改变支持物的高度来形成斜坡，这样，他们甚至不能形成一条平行于长方形长边的路线。那些根本不能造成任何斜坡的受试者，在对情境的概念化方面，显然处于这个漫长的演化过程的最低点，而这个演化过程最终（在第Ⅲ阶段）是要把握最大坡度路线的概念。

最后，在接弹子的任务中，处于ⅠA 水平的受试者在垂直路线的情况下能够取得成

功,但在对角的或其他倾斜的路线上失败,因为后者必须从斜坡的方向中推导出来(参见弗罗和波尔)。这为该水平之最一般特征提供了进一步的证据——如果路线不垂直于其中的一条边,那么这个概念化的最低水平便不理解纸板的方向(尽管正如我们曾经说过的那样,不对自己的动作进行反省的受试者由于感知运动的调节有时也能取得成功)。

ⅠB 水平

这是一个中介的水平,在这个水平上,通过尝试与错误,受试者能够完成那些在第Ⅱ阶段立即掌握的任务。

例子

克瑞(5岁6个月)　他使筹码从B滑到D。为什么走这条路线？*因为它一定得到那里。*如果你再照样做一遍,你能使它走到这里(角1)吗？*不能,因为如果它到那里,那就错了。*从这里到这里(1—3)呢？(他抬高边1—4,但1比较高些,取得了成功。)你是怎么做的？(他再次通过抬高边1—4来加以说明,但这一次最高点在4。)如果你这样抬高(将1和4抬到同样的高度),那将会怎样？*它就会到这里(B)。*在纸板放到砖上的任务中(形成对角线1—3的路线),他在1和2的下面各放一块砖,然后在3的下面放上一块。*不,这不能造成斜坡。*那么该怎么办？*要弄得像那样。*(他试了试,筹码下滑到4,他在4的下面加了一块砖;筹码到达3,但在这地方掉了下去。)你准备怎么办？(他又拿些砖块放在不同的点上,然后用手来调整斜坡,以发现正确的方向。他将一块大砖放到1的下面,两块小砖放到4的下面,在2的下面用不同的砖块试着放,最后在1的下面放两块大砖。)你为什么要在这里放上这两块？*因为这里(1—3)使得它这么不平。它在这里向下。*它会不会按另一条路线走？*不会。*

唐恩(6岁8个月)　她说,*为了使它向下走,我这么做*(抬高D),*这个筹码走到了那里*(B)。为什么走到那里？*因为如果我这样抬高,它就笔直地走。*为什么？*不知道。*对于W任务,她握住D和B,并使纸板向3倾斜,这么做是正确的。整个这条边(3—4)都应该在桌子上吗？*那也可以。*(尝试。)哦,不。这样(向着3)抬高和这样(向着3—4这条边)抬高有什么不同？*不知道。*对于第二笔,她向着2抬高,但她握着的那条边(4—1)抬得过高。你觉得这样做对吗？(然后她将那条边放低一点。)对于第三笔,她将纸板向着4倾斜,但未使4碰着桌子。它不该接触那里(4)吗？*是的。*(不过有些犹豫,并且检查。)*如果接触那里,它就要笔直地走。*在用

幕布的任务中，她立刻就推断出对角的路线，但在将纸板放在砖块上以形成 2—4 对角路线的任务中，她在 3 下面放的砖块的数量同放在 2 下面的相同，因而形成的是 2—1 路线。在这么做之前，她肯定地说，*一定得使 2 的高度和 3 的高度一样*。在接弹子的任务中，她对于垂直的和对角的路线取得成功，但对于倾斜的路线未能成功。

岸特(6 岁 6 个月)　对于第一个任务，他的解释只是*我那样抬高它*，同时利用纸板加以说明。在 W 任务中，对于第一笔，他向着 3 倾斜；对于第二笔，他向着 2 倾斜；对于第三笔，他向着角 3 抬高，但抬得过高；然后对于第四笔，他做得正确。在用幕布的任务中，他毫不犹豫地正确地指出了对角的路线。在将纸板放在砖上(对角线 2—4)的任务中，他使筹码走到 D；对于对角线 1—3，他使它走到 C。至于星的任务，他对于弯曲的路线没有困难，但不能显示它是怎么走的。

佩特(6 岁 8 个月)　在 W 任务中，她先将纸板朝着 3—4 整条边倾斜，然后自己作了纠正。对于第二笔，她向着 2 抬高，并且说*盒子只向着这一边倾斜*。但对于第三笔，她让 2 和 3 靠在地面上。在用幕布的任务中，她正确地指出了对角线 1—3，但却说，*最高点是这些*(1 和 4)*角，不，最高点是 4*(不过还是指出路线 1—3)。*它能不能走到 2? 不能，只能在这里*(1—B)*和那里*(1—3)。她关于将纸板放到砖块上的解决办法与岸特的办法相类似。在接弹子的任务中，她成功于垂直的路线，而对于所有的实际上是倾斜的路线(1—C 和 A—B)，她都预言为对角的路线。

瑞斯(6 岁 3 个月)　在 W 任务的第一笔方面，他将纸板向着边 3—4 倾斜。*整个这条边都接触地面吗? 不。那么它在哪里接触? 那里*(4，正确)，*它不能接触，否则筹码将掉下来*(将从 1 走到 4)。对于第二笔，他将纸板向着边 1—2 倾斜，然后自我作了纠正，等等。在接弹子的任务中，瑞斯成功于垂直的和对角的路线，而对于倾斜的路线，他期待弹子走到最接近于实际到达的那个点的角上去。

令人感到有趣的还是这些处于ⅠB 水平的受试者的实际所作所为同他们对于情境概念化之间的差异。尽管存在着这一事实，即它们之间的差异不如ⅠA 水平时那么明显——在动作方面没有多大的变化，但在概念化方面却进展到处于ⅠA 水平和ⅡA 水平之间。然而，一般说来，虽然在动作方面，这些受试者始终在寻找特定斜面的最大坡度路线，但在他们的概念化方面，并未表达出这一需要，而且他们在倾斜纸板之最低边处于水平状态时该纸板的状况与倾斜纸板之一个角低于另三个角时该纸板的状况之间缺乏分化，他们甚至更不能分化中间高度角和最高角之间的相对高度。

这种对比在克瑞关于对角线 1—3 的反应中是非常明显的：他将角 1 抬得高于边 1—4的其余部分，但他对这一动作的重复是不适当的，而且，在要求他解释筹码走这条特定路线之原因时，他只是说任何其他路线都是错误的。同样，虽然唐恩坚持认为一条路线得是直线，但却说她并不知其原因。

在 W 任务中，这些处于ⅠB 水平的受试者一般都使纸板倾斜得使角 3(或角 2)为

最低点,而且不再(像ⅠA 水平时那样)使角 3 和角 4(或角 1 和角 2)处于同一高度。然而,佩特和瑞斯仍然在完成 W 的第一笔上犯了ⅠA 水平时的错误,然后自己做出修正并对准一个角。不过,唐恩立即对准了角 3,但是当实验者问及 3－4 这条边是否要全部都接触桌面时,她回答说*那也可以*。当她发现不能如此时,她并不知道其原因。

在星的任务方面,虽然这些受试者对于弯曲的路线并无困难(参见岸特),但是,当要求他们描绘自己的动作并说出他们抬高了哪些点时,他们并不比ⅠA 水平的受试者高明(当然,对于笔直的路线则除外)。

在接弹子的任务方面,这个水平的受试者对于对角的和垂直的路线能做出正确的预见,但不能预见倾斜的路线。例如,佩特和瑞斯认为,后者最终到角上去,这表明这两个受试者实际上并未意识到不同角的相对高度。同样的,在用幕布的任务中,他们对于指出对角线 1－3 毫无困难(这与ⅠA 水平是一样的),但佩特仍然认为最高点是 1 和 4。后来她又改变了想法并说,不,*最高点是 4*(这将造成路线 4－2)。

最后,(正如我们在ⅠA 水平所看到的那样)在纸板下面放置砖块的任务是在概念化方面最重要的任务,因为它需要很多的主动调节。如果没有精确的概念化,这是不可能完成的。在ⅠA 水平时,有些受试者根本就不能造成一个斜坡,然而,所有ⅠB 水平的受试者最终都形成了斜坡(虽然克瑞有一次造成的路线是水平的,但他立即说,不,*这不能造成斜坡*)。不过,其方向通常是不正确的(例如,通常是倾斜的而不是对角的路线)。尤其令人感兴趣的是,情况并不总是如此:有一次克瑞不再挪动砖块,而是拿起纸板,并将纸板摆成正确的状态(这是简单的感知运动调节,而不是那种涉及他对于情境概念的调节),然后只是用砖块使纸板保持正确的角度。此外,当纸板最低的一条边处于水平位置时弄成的斜坡同纸板的一个角低于另三个角时弄成的斜坡是有差别的。在受试者指导实验者如何去做(而不是他自己去完成这些动作)时,关于上述两种斜坡之精确的概念有些就比较容易形成,因为这个时候只需要做这么一件事,即解释物体之可以观察到的特征(例如,在用幕布时和接弹子的情况就是如此),而且儿童不需要调节自己的动作。

ⅡA 水平

虽然有几个 7－8 岁的受试者仍然处于ⅠB 水平,但大多数这个年龄的受试者却能把握纸板朝向一个角时形成的斜坡和纸板的两个角置于桌面上时形成的斜坡的差别。换言之,他们能够对纸板之各种可能的朝向进行分化,并因此获得对于情境之比较精确的概念。所以,这些受试者已接近理解最大坡度的概念了。

例子

毛斯(7岁5个月) 在对筹码之路线进行解释时他说,*因为它在向下走*。它能不能走另一条路线?*只能走那条路,只(可能)有一条路*。为什么?*如果你不那样抬高,它可能会走其他的路*。在W任务方面,他能毫无困难地使筹码沿着正确的路线走,但只是说,*我使它对着这些角*(或者是角3,或者是角2)。它为什么走到那里(第一笔)?*因为这条边高一点*(指向有关的那条边),*将它推到那里*。在接弹子的任务中,毛斯每次都取得了成功。在解释某一特定的路线(例如2—C)时,他说之所以发现这条路线,是*因为这里和那里*(最靠近的角和弹子的起始点、终止点之间)*的距离相等*,即因为这条倾斜路线之固有的对称性。此外,不管怎么变化,他每次都能准确地接住弹子。然而,在将纸板放置在砖块上的任务中,他不能造成2—4的对角路线,只能造成一条2—D—4的弯曲的路线。

吴特(7岁10个月) 在完成接弹子的任务中,开始时他对各种倾斜的路线都取得了成功,后来有一次没有接住,他以为是3—4的对角路线。*有三种可能性:它要么走到那里*(D与1之间,实际上走的正是这条路线),*要么到那里*(对角),*要么那里*(1和A之间)。*我想它应该笔直地走*(3—1)。实验者要求他自己再试一次,然后再使弹子从1走到3。他立即取得了成功。你是怎么做的?*我没有让它向2或4倾斜,而是向着3倾斜*。为什么?*它不能爬上这两边,所以它就那样*。他肯定具有最斜路线的基本概念。吴特之所谓爬到对角线之左边或右边(请参见上文他所说的三种可能性)将构成一些不太倾斜的斜坡,而且他没有考虑方向的变化,也没有考虑路线的偏离(偏离90度等)。

皮德(7岁2个月) 对于W任务他立即取得成功,并在对准角2进行最后一笔时说,*最高点将是4和C*。在用幕布的任务方面,在解释幕布下的对角路线而不是从1到2的平行路线时,他说,*3、B和2*(对于这两条路线)*都是一样的,1、D和4是不一样的*。换言之,他清楚地断定了被抬高的这条边,而不是最低边的三个点的相对高度。至于将纸板放到砖块上的任务,他最初的反应与毛斯的相类似,后来通过尝试与错误,他形成了(但不是偶然地)对角的路线。

铁兹(7岁5个月) 在星的任务方面,他成功地完成了一系列从一个点到另一个点的弯曲的路线。你是怎么做的?*我是这样动的*(表明他抬高的那些点,一会儿向左边抬高,一会儿向右边抬高,等等)。

佩思(7岁11个月) 在星的任务方面,他使筹码从一个点走到与之相对的一个点(直线)。他的做法是先抬高一个点(后来他指出了这个点),然后使它沿一条弯曲的路线运动。这一次表明了他是如何先向一边倾斜然后又向另一边倾斜的。

符尔(7岁2个月) 对于W任务立即取得了成功,并且显示了她是如何做的

（对于第一笔，在向边 4—3 倾斜和向对角线 1—3 倾斜之间进行折中）。在用幕布的任务中，她解释说，*它走到那里*(3)，*因为你在那里*(1)*抬高*。在将纸板放到砖块上的任务方面，她没有造成对角的路线，最终形成的是一些倾斜的路线。在接弹子的任务中，有几次取得了成功，有几次接近成功。

葛尔(8 岁 10 个月)　对于 W 任务，*我使它*(向着 3)*倾斜，抬高角 1，然后它向下走；我*(向着 2)*倾斜，它就走到 A*；等等。在用幕布的任务中，她解释了她在对角路线方面的成功，*我看见盒子斜着*。它能走到这里(C)吗？*不能，你那样*(向着 3—4)*倾斜，然后到那里*(3)。

特里(8 岁 5 个月)　对于第一个任务他只能够造成一条路线。*这筹码不能向上走*。对于 W 任务，他使纸板向着边 3—2 倾斜。*只接触这条边，这样它一定得走到那里*(倾斜)。在将纸板放在砖块上的任务方面，对于对角路线 1—3，当问到那些角的相对高度时，他说角 1 是最高的，然后是角 2，再后是角 4，角 3 是最低的。

巴尔(9 岁 1 个月)　在将纸板放到砖块上的任务方面，她处于与上述受试者相同的水平；在试图造成对角路线 2—4 时，她最后形成的是 2—*D*；等等。

在动作方面，从那以后，对于 W 任务，这些受试者能够不出差错地立即取得完全的成功。在接弹子的任务方面，这些受试者不仅能成功于对角的路线，而且也能成功于倾斜的路线，而这些倾斜路线的倾斜角度实际上是与 W 各个笔画的倾斜角度相同的。由于这两种动作既意味着向角倾斜和向边倾斜的分化，又意味着它们之间的协调，并因此要求有一种故意的选择(由于有相对的角，即或者角 1 和角 3，或者角 2 和角 4，所以对角的路线比较容易些)，所以，儿童在情境之概念方面已经取得了明显的进步(参见毛斯：*我使它对着这些角，这里和那里的距离相等*)。

这些受试者之概念更为发展的水平首先表现在他们认识到，只存在一条可能的路线：*只能走那条路，只*(可能)*有一条路*(毛斯)；同时也表现在这么一个事实，即在 W 任务中，他们(例如吴特)认识到，如果纸板朝着 1—4 这个总的方向倾斜，那么，根据边 2—1和边 3—4 抬高的程度，存在着多种可能的路线。这种改善了的概念尤其表现在随后出现的最大坡度的概念上：*它不能爬上这两边，所以它就那样*(吴特)。

这种进步并不必然导致在将纸板放到砖块上的任务方面取得成功。尽管受试者清楚地知道最高点和最低点在高度方面的差别(并能够区分最低边处于水平状态时的斜坡和纸板之一个角低于另三个角时的斜坡)，但他们却不能正确地判断那些中间高度的角的高度。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

ⅡB水平的受试者能够成功地完成所有的任务，其中包括通过尝试与错误，形成将纸板放在砖块上的任务中的对角路线。与第Ⅲ阶段的不同点在于，他们不能系统地说出最大坡度路线的规律。

例子（ⅡB水平）

鲁格（9岁1个月） 他说第一个任务中的每一笔都可能有唯一的路，并立即成功地完成了W任务。在完成将纸板放在砖块上的任务中的对角路线2—4方面，他先在角1、角2、角3的下面放三块砖，但角2不够高，对此他迅速而正确地作了纠正。它走向（四个角中的）最低的一个（但他没有发现一般的规则）。对于对角路线1—3，他预言需要在1的下面放三块砖，在4的下面放两块，在2的下面放一块（正确的解决办法）。

奥拉（9岁5个月） 通过尝试与错误，最终得出了类似的结论。你在看什么？它是怎么倾斜的，因为弹子不能向上走，所以它走向斜到底的这边。如果你知道它们的高度，你就能更明白。

尼克（10岁4个月） 他对这个任务做出了类似的反应，但利用了大小不同的一些砖块。它将从1走到3；不，更容易走到C。后来呢？1—C—3，它先从1走到3，盒子（向C）倾斜得不厉害。

例子（第Ⅲ阶段）

符恩（11岁整） 对于所有的任务他都取得了完全的成功。在开始的几个任务中，他说，如果你稍微倾斜一点，那么你就不能肯定筹码怎么走。如果你倾斜得厉害些，会出现什么情况？如果它的倾斜度很大，它肯定会笔直地走。筹码不能到处乱走，因为它重；只要它上了路，它就在那里。为什么它会走一定的路线？因为有斜坡。

蔡阿（11岁6个月） 他解释说，它不能朝其他方向走，因为有一条边比其他所有的边都低。

毛尔（11岁3个月） 它不能走到那里，因为它（更）向那儿倾斜，而且弹子朝向底部的拉力更大些。如果只走一条路线，你能不能使纸板有好几种放法？不能，只能有一种放法，只可能有一条路线。为什么？如果那儿低一点，当斜坡的坡

*度……(小),它就不能向上走,它总是向下走。*能走到那里吗? *如果那儿最低,弹子就一定会走到那儿。*

雷斯(12岁4个月) 对于W的最后一笔,他说,*它将走到那里(2),它总是向下走到最低的一边……它走的时候方向总不会变。*什么方向? *它向反面走。*什么反面? *这要视情况而定。如果你想要它走到2,你就将它(盒子)以2为支点放。如果你那样放*(指向相反的点——3和C之间的中间——这一点必须比较高),*它就走到那个角去。*

铁斯(12岁6个月) 他解释说,*我肯定,因为我看着最高点和最低点,弹子将走到那里。*对于W任务,*我那样抬高,因为它将拉到那里去;如果我这样放,它就将它拉到这里,因为这些边*(其高度的差别不太明显)*不一样,总有一条边低些……我肯定这斜坡是一条直线……不是一条曲线。*怎样才能造成一条曲线? *在东西向下走的时候,你一定得活动这盒子以改变其坡度。*

ⅡB水平的受试者能够成功地完成将纸板放在砖块上的任务(尽管在有些情况下需要经过尝试与错误),并伴有对有关角之高度的精确调节,而且一般说来,能够对所有有关高度加以准确的排列。这意味着坡度最大路线的某种概念,但这种概念往往还是同特定的情况相联系的。换言之,受试者往往将到达点同纸板的其他部分加以比较(例如鲁格的*最低的*一个角是与另三个角相比较而言的)。然而,第Ⅲ阶段的新颖之处是这么一种概念:在物体运动路线的每一个点上,物体始终沿着坡度最大的路线下滑。毛尔说,弹子*总是向下走*,因为*它朝向底部的拉力更大些*;如果还有一个更低的点,*弹子就一定会走到那儿*,因为它只向下走最陡的斜坡。同样,雷斯说,*它总是向下走到最低的一边*,并具体提到*方向总不会变*。铁斯的话也强调了这种连续性,如*它将拉到那里去*,以及其他类似的短语。

结　论

所以,儿童对于情境的概念化经历了一个长期的演化过程,它开始于4岁左右(ⅠA水平)简单的"斜坡"概念,最终导致12岁左右的儿童之最大坡度路线的概念。在这两者之间存在着这么一种概念,即如果人们想要使弹子离开其笔直向下的路线,那么它就要*爬上这两边*(参见ⅡA水平的昊特);然后有这么一种概念,即在所有低于起始点的可能到达的点中,实际能够到达的是*最低的*一个(ⅡB水平的鲁格);最后将这概念化为所有到达底部路线中坡度最大的路线这一概念(第Ⅲ阶段)。

因此,从ⅡA水平往后,从受试者的反应中可以明显地看到有推理协调的存在,这种协调超出并促进了对于实验资料的理解。可以区分出两个方面。首先,就像我们讨论ⅡA水平时所强调的那样,存在着这么一种认识,即只可能有一条路线。当然,第Ⅰ

阶段的受试者虽然已经说必定是这条路，但在ⅠA水平，这既包含斜坡的决定论观点，又或多或少地体现了一种必然感，这是由于儿童不能对物理法则和社会责任加以分化（费依在谈到一条没有走到的路线时说，*因为没有线*；卜沃说，*因为它得那样走*，而且当筹码没有走这条路线时，他说那是*因为它不知道它的路线*）。在ⅠB水平，儿童受到了一种简单的法定观点的启发（克瑞的充分的解释是，*如果它到那里，那就错了*；唐恩强调*它就要笔直地走*，但他并不知其原因；等等）。然而，到了第Ⅱ阶段，对于这种推理协调的第二个方面的把握便开始明显起来：儿童开始将向一个角倾斜和向一条边倾斜的效果联系起来以准确地决定筹码的到达点（例如，边1—4抬高而边2—3水平，或者使角2或角3低于另外三个角）。在不同于对角路线（这比较容易些）的倾斜路线方面，对这两种倾斜纸板方式的协调只有从ⅡA水平往后才能被真正理解。正是由于把握了这种协调，才导致了关于唯一路线方面的推理的必然性。

然而，这个实验最有趣的一个特点是受试者的动作。在笔直行走的路线的事例（与W任务中涉及积极选择的不相连贯的路线相对，而且也与接弹子和将纸板放在砖块上等比较复杂的问题不同）中，甚至ⅠA水平的受试者也能够通过直接的感知运动调节来协调纸板之两种倾斜方式。4岁5个月的费依成功地使筹码从A运行到B，并使之从星的一个角走到另一个角；而弗罗在后来的任务中使筹码准确地走到了他想要它到达的地方。所以，这是在完成一个动作和对动作概念化之间存在着明显时间滞差的又一个例子。此外，在这个实验中，极为明显的事实是，这种时间滞差并非产生于儿童的观念和他对于应该发生情况之预想的概念（如本书第二章描绘的对于投石器释放点的预想）之间的矛盾，而纯粹是由于在第Ⅰ阶段讨论中所描绘的那种自然的时间滞差，它使受试者不能有意识地选择动作，并因此从多少带有自动性质的感知运动的调节中进行积极的调整。

事实上，如果让儿童自己掌握纸板盒子并要求他使筹码沿着下坡路线在特定的点之间运行，不管这些路线是否垂直于纸盒的一条边，也不管它是否对角还是诸如$A-B$这样的倾斜路线，他只要一步一步地进行，并不断地纠正筹码的运动就可以了。他先使盒子向前倾斜，然后，如果筹码向左或向右，那么他就通过使这个盒子向旁边倾斜来纠正路线，这无须准确地理解筹码是如何运行的，通过*搞了一个斜坡*，或筹码*滑向那里*（费依）这些简单的言辞就能描绘他的动作。根本没有任何东西会引起他注意纸板四个角的各自的高度，也没有任何东西使他对沿着路线之各个点的斜坡进行比较，更不用说系统地提出最大坡度路线的法则了。

与此相对照，如果实验者的问题要求中断运动（W任务）或要求做出预言（接弹子任务和将纸板放到砖块上的任务），那么上面所描述的那种感知运动调节就不再是充分的了。要取得成功就需要有主动的调节，而这种调节则来自那种只有对情境具有充分认识才可能有的有意识选择，因而便延误了对于这些问题的解决。如果掌握了这些，那么，对于情境中可观察特征的认识以及纸板之两种倾斜方式之间的推理的协调，便导致

了对于斜坡观念的概念化,并逐渐发现这个特定情况的极值原则(最大坡度路线法则)。所以,尽管4—5岁的儿童(ⅠA水平)能够简单地,但纯粹是人类行为学地运用筹码任何下滑运动之必要条件,但是,只有到了第Ⅲ阶段,而且年龄为十一二岁时,这个法则才能被系统地提出,这是出现于ⅡA和ⅡB水平的儿童的概念化之逐渐改善的结果。这些改善来自他对实际发生情况的逐步把握。换言之,这些改善是他对情境之认识不断提高的结果。

第五章　修筑上山的路[①]

修筑某种简单东西所需要的那些动作(如本实验的情况那样)与处理一个运动物体的那些动作大不相同,因为由儿童操纵的静止物体所发挥的是一种纯粹被动的作用。在这样的情况下,年幼的受试者对于自己动作的认识是无须做很大努力的,所以,如果构造容易,那么人们就很难发现动作发展方面的进步。情况远非如此,在本章选来加以讨论的那种非常基本的动作方面,我们将清楚地看到这一点。那些基本的动作为:要求儿童利用一些小木条和砖条来修筑一条从某一点到一座"山"(用盒子来代表)顶的倾斜的道路。

实验材料包括:一个小玩偶或一辆玩具汽车,一个六面体的盒子(对盒子要加以选择,因为诸如锥形物等其他形状,可能从一开始就暗示了斜坡的概念),九块砖(一块薄的,一块高一点的,一块带有沟槽的圆柱形的,六块小立方体的),几块木条。木条的长度在15—25厘米,其中有一块是50厘米的,这一块本身就提供了一条通向M山顶之倾斜道路的解决办法,而这条道路的起点是距离不太远的玩偶或汽车。

在利用玩偶做实验时,实验者将一个小玩偶放在距离山(M)脚50厘米远的地方,要求儿童建造一条从玩偶到山顶的道路。如果儿童只是在M的一边堆起砖塔或只是利用那块长木条,那么就要求他提出其他的解决办法。在这最初的实验一周以后,要求受试者回想他们干了些什么,并要求他们将自己的解决办法画出来(这一次不再向他们显示实验材料)。

在利用汽车做实验时,实验者将玩具汽车置于距M 50厘米处,并向儿童解释说,在汽车和M之间有一个"湖",他可以在"湖"中建一个岛,要求他建造一条到达山顶的道路。可以利用桥(在岛上放砖块,将木条放在砖块上)来通过湖。虽然这个问题涉及的是一辆玩具汽车,而不是一个可以假定为能够攀登垂直坡度的玩偶,但在M的四周有足够多的土地供儿童放他想放的东西(包括年幼儿童喜欢的砖塔)。

利用玩偶做实验的受试者有21人,利用汽车做实验的受试者人数与之相同(年龄为5—12岁)。

---

① 与马德龙·罗伯特(Madelon Robert)合作。

第Ⅰ阶段

例子(ⅠA水平)

艾雷(5岁3个月)　(玩偶)他将三块砖叠在一起，其高度达到M的中部，在这一堆砖的旁边又放了一堆，然后在这两堆砖中一堆的顶部放上那块长的有沟槽的砖。这玩偶能到那里吗？*不能，它太小了。*那怎样呢？……用这些木条怎么样？将一些短木条横放在砖块的顶上，并将那块长木条放到短木条的上面，还是水平地放，后来拿走了那块长的，因为它将要掉下来了。你能用这块长的做些什么？(他几乎将它垂直地靠到M上，并在它的前面放了一个砖堆，这砖堆已高于M。他从砖堆中拿走一块，看来感到满意。)*如果我不放那*(长木条)，*那就太低了。如果它不在那里，你就要把所有的东西放到一起*(一堆)。如果你只有这根长的，那怎么办？(他将它斜着放，在它滑动时，他用两块砖挤住它。)为什么那样就行了？*因为这块木条躺着了*(斜着)。以前呢？*如果它不那样，这玩偶就不能爬上去。*如果我们没有这块木条呢？他拿起两块小一点的木条，将它们造成一个90度的斜坡，然后构成一个塔，前面放了一块砖，在砖上放一块短木条，起初木条几乎垂直，后来则稍微有点斜。此后，他用一块砖挤住那块坡度很小的木条以便使它的坡度大一点，后来由于它倒了下来，他又恢复成那个简单的塔。最后，他考虑了起点(距离为50厘米)，将两块木条平放在地上，将第三块木条靠在塔上，使它几乎成垂直状态。一个星期以后，他回想说，*有一个玩偶，它一定得爬到盒子上*(用他的手臂表示一个斜坡)。你是怎么做的？*有一块木条，几乎躺在那里*(稍微倾斜)，*但它是笔直的*(绘图显示一个几乎是水平的木条)。这玩偶干了些什么？*后来它跳……在那以后，它不再需要木条，所以我把砖块拿走了*(画了一个塔)。

波恩(5岁9个月)　(玩偶)他从玩偶的出发点开始，将三块木条摆成一线，接着是两堆砖，上面放了一块小木条，形成一个非常小的斜坡，在它上面他又放了三块砖以达到M的顶部。当要求他只利用长木条时，他一开始几乎将它垂直地靠在M上，然后让它倾斜以使它靠到一个新的塔上，还是几乎垂直地放。然后，在最终正确地放置它之前，将一端放在到达M顶部四分之三路程的地方。当将长木条拿走时，他试图将一块倾斜的木条固定到一块垂直的木条上面(没有想任何办法挤住它们)。一个星期以后，他回想说，*有一个梯子，这样我们没有用砖块和木条。*在他的回想中，他认为是呈T形而不是〔形放置的。

赛恩(6岁2个月)　(玩偶)他开始于造塔，然后用两块不同高度的砖建成一

个楼梯，并将一块木条垂直地靠在M上。在造了一个塔之后，他说，你一定得造楼梯，但他失败了。实验者递给他一块长木条，他拒绝接受，因为它没有步梯，但他还是在头脑里记住了它，并将小木条一块接一块地堆在M的中部。

例子（ⅠB水平）

这些受试者最初的反应与ⅠA水平的受试者相似，但他们最终的解决办法接近正确。

沙尔（5岁2个月）（玩偶）她一开始便垒了一个砖塔，并在其顶部竖立一块木条。然后造两个并列的砖塔，并（向着M的中部）在顶部横放两块木条。接着她将那块长木条放到另两块的上面，使之达到山，并在它的上面放一块砖，这使它的高度与M相同。然后放上另一块木条，使它从起点向上倾斜，达到第一个塔。在试了几次其他的解决办法之后，她最终放上了那块长木条，使之连接起点和她的两个砖塔中的第一个砖塔。

布尔（5岁10个月）（汽车）他垒起了砖塔或类似砖塔的东西，但他甚至认为这是在给汽车修路！实验者指了指那块长木条，然后他将它斜靠在M上，造成了一个非常陡的斜坡。要是不用这块长的呢？一条路。（他将小木条横着一块一块地接成一线。）汽车怎么能向上走呢！（他拿起两块木条，将它们摆成一个斜坡，同时用手拿住它们。）你怎样才能使它们保持下去？（他在湖中放了一些砖块，然后将一块砖放到分开的两块砖上以形成一座桥，再利用一块木条在这两块砖和M之间形成一个斜坡。）一个星期之后，他（根据记忆）画出的第一幅图显示了一条长的斜线，这条斜线越过湖而到达M（这是最后解决办法的简化），然后他画了一座桥——桥的前三根立柱都是一块砖，最后的一根立柱由两块砖组成。这最后的一幅图显示了一个解决这个问题的好办法，但这个解决办法同本实验用的材料没有关系：一座完整的桥置于三块砖上——一块小砖、一块中等的砖、一块大砖。

杰克（5岁7个月）（汽车）他先将那块长木条斜靠在M的一边，然后寻找某种东西放在它的后面，因为它是立在湖中的。他拿起一块小木条并将它向上靠在M的顶部。他想通过将另一块木条紧接着第一块木条来延长这条路，但未取得成功。后来他想起了汽车的起点并建了一座达到M的桥，但它是水平的。这样对吗？不对，你一定得放点儿木头，这样它才能向上走。他这么去做，但木块太短，于是他便努力修成这条路，用的办法是在第二块木条上面加一块薄砖以达到M的顶部，因而，这是一种砖块解决办法的颠倒。然后他从他的桥上拿走两块木条，并在留下的那块旁边叠放两块砖。接着他将一块木条斜靠着一块砖，手中拿着第二块木条，最后他将它放到两块砖上。这使他形成构造一座完全是倾斜的桥的观念，于是他在三块砖上又放了一块木条以延伸这座桥。从那儿开始，为了到达M的顶

部,他又加上第四块木条,这就形成了一个正确的解决办法。

盖依(6岁4个月) (汽车)她一开始也是拿起那块长木条,使它斜着,并注意到它向下走。实验者提示她利用其他一些东西。她拿起两块短一点的木条,她想把它们接起来——开始时端点靠端点地对接,然后使它们成直角。接着她在M的旁边用六块砖垒了个砖塔,然后使砖塔离M稍微远一些,并用一块薄砖将塔顶和山顶连接起来,这样就形成了一座桥。在想起了汽车的起点时,她将一块木条斜靠在一根柱子上,使另一边下斜,然后放上第二根柱子,这样这块木条就呈水平状态了,最后加上第三块,使之到达M。

重要的是要区分这个实验的三个方面。首先,儿童一定得将汽车或玩偶出发点的平地同竖立的山即M(它的顶部是我们规定的到达点)联系起来——这就是说,他们必须发现斜坡的解决办法;其次,他们必须发现这个斜坡同作为工具呈现出来的那些物体之间可能的联系;再次,他们必须确定这些物体之间的可能的关系,并且要确定这些东西是否同前两类关系有直接的联系。事实上,因为在这些儿童能够在纸上或口头描绘它们之前,他们是按照对这些关系的把握来行动的,所以ⅠA水平的有趣特征便是,他们动作的目的是两极分化的,而且忘记或忽略了第一部分的关系而只注意到第二部分的关系。

对于4—5岁的儿童来说,斜坡的概念肯定是不熟悉的,而且,在他们开始理解有关长度和高度之间的关系之前,他们甚至对之具有一种自然的直觉。然而,在这里,儿童一定得在实际上未曾见到斜坡的情况下想象这个斜坡,而且,由于起点离目标有一些距离,所以他们便忘记甚至故意忽略起点而专注于将要到达的高度,因而便建起了垂直竖立的砖塔而不去想什么东西将引导到塔的问题。当ⅠA水平的受试者看见那块长木条或别人暗示他们利用长木条时,也并未立即使它倾斜(ⅠB水平的受试者看见它之后立即就想到造成一个斜坡的可能性),而是或者先将它几乎垂直地放置以便使之直接到达M的顶部(艾雷和波恩),或者完全拒绝使用它,因为它不能同砖塔一起构成一个楼梯(这个水平的儿童认为建造楼梯是可能的)。

至于工具和目的之间的关系,两个发现是值得注意的。首先,ⅠA水平的受试者(他们与ⅠB水平的受试者不同)经常忘记这一点,即这些物体是要被作为工具来使用的,因而便经常出现各种偶然的构造,而这些构造只具有功能的性质。我们在这里不想对之作详细的描述。其次,由于受试者的动作在开始时集中于达到山顶,而不注意玩偶或汽车的起点,所以,他们就不注意那些不适宜建造砖塔之类的物体;如果提醒他们注意起点,他们在开始造路或桥时便将它们水平地放置,并忘记使它们上攀。

最后,除了这些物体之间可能有的那些关系,儿童一方面努力于一些不可能有的关系(用手将两块板条握在一起以使它们到达M),另一方面又努力于一些与达到目的毫无联系的关系(毫无目的地并列建一些砖塔等)。

简言之,处于初级水平的这些受试者之所以觉得这些问题如此困难,不是由于他们

没有把握斜坡的概念(他们已经熟悉了这个概念),而是因为他们不能将各种因素互相联系起来。这种能力只能是逐渐发展起来的,到了ⅠB水平,人们就可以看到第一个接近正确的解决办法。毫无疑问,正是对那些可观察特征之间联系的逐渐把握(往往从属于特定的动作),才说明了对于那些相继做出的动作的完全正确的认识,而这是通过儿童几天以后的回想来加以显露的。

第Ⅱ阶段

第Ⅱ阶段的受试者不再建造一些孤立的砖塔,而是从一开始就专心于努力建造一个斜坡(事实上在整个实验过程中,他们一直保持着这种意图)。这并不意味着七八岁的受试者从不建造砖塔,就连9岁的受试者有时也建造砖塔,但这一种倒回到ⅠB水平的现象,因为由受试者实践智慧水平决定的那些发展的阶段,在年龄方面的伸缩性(相继的顺序是不变的)比由他们对于问题的理解所决定的阶段(运算的阶段)更大些。在ⅡB水平,受试者在建筑方面不再出现在ⅡA水平仍然出现的那些错误。

例子(ⅡA水平)

马吴(7岁4个月)　(玩偶)他先将一块木条斜靠在M的一边。因为这块木条太短,所以他将那块薄砖(长边竖立)放到它的端点,接着立即用第二块木条来代替它。第二块木条的坡度比第一块更大些,因而滑动。他放弃这种做法,并用那块有沟槽的长砖来支撑第一块木条,这使他产生了建造楼梯的想法。但随后在上面放了那块长木条(成45度角)。在后来的回想中,他描述了他最初的意图:*我是那样放的,非常直,因为如果你斜着放,它就站不住*。然后说,*我斜着放它,因为那样好些,你不能像那样直着上攀*。

盖姆(7岁8个月)　(汽车)她在湖中放上一个岛,然后用那块长木条造成一个斜坡。如果我们没有它,该怎么办?(她在湖的边上放了一块直立的木条,然后在它的顶上横放一块。)这不太对。(她将整个结构放到岛上,用手握住第二块木条,然后在端点加上一块木条。为了挤住那块她想使之达到M的水平木条,她将它稍微向后挪了挪,并在另一端放了一块砖以保持平衡。)*它就停在那里*。由于这个结构不稳定,她最后靠着M建造了一个支持物,并加上那块倾斜的薄砖,作为走上山顶的最后一级台阶。总之,她建成的是由一个水平面连接起来的两个斜坡。

迪姆(7岁8个月)　(汽车)他首先建造的路由并列的两个岛组成,在路的一端放上一块倾斜的木条以达到M。然而,它太短,而且只够着M的中部。他用那块长木条来代替这块,但却将另一端放在了湖中。然后,在湖边(接近起点处)建造

了一些楼梯,但由于砖块排列得不适当,楼梯马上就倒塌了。接着他在岛上放了一块砖,用一块木条连接湖岸,另一块木条直接朝向M。他最后的解决办法是在湖中建造三个岛:第一个岛有一块砖,第二个有两块砖,第三个有三块砖。在岛上放了一些木条,这样就在起点和山顶之间建成了一条倾斜的道路。

雷阿(8岁6个月) (玩偶)她开始建造楼梯,但离M有些距离(这表明她考虑到了起点)。然后她在两块砖上平放一块木条来代替这个楼梯。她在这块木条的中间放上另一块砖,并在这块砖上平放上第二块木条(显然想用木条建造楼梯的横面)。在提示她还有一块长木条之后,她立即正确地放置了它。当要求她不再利用它时,她建造了一些逐渐升高的支撑物,并先将两块、后将三块木条放到它们的顶上。她在一个星期后的回想中说,*我们一定得非常清楚,它不总是一样高的,它得上攀得高一点*。

斯伯(9岁9个月)(玩偶) 开始时,在远离M的地方他在一块砖上斜放了一块木条,然后试图用另一块木条将它同M连接起来,但这木条太短。接着,他在第一块砖上加上了许多砖块(垒成一座塔),他用一块木条水平地同山顶连接起来(但够不到塔顶,因为第一块木条太短,而且只达到第一块砖)。由于坡度太陡,所以他将一块斜着的木条放到塔的另一边,然后将塔移动,使之靠近M,拿走一块砖以降低横放的木条——这未能解决他的问题。然后他试图利用那块长木条,在经过几次不满意的尝试(坡度还是太大)之后,他发现了这样一种解决办法——从起点至终点的路由三段组成,这三段放在高度不断增加的支撑物上面。

所以,在这些受试者的动作方面(与他们对于这个问题的理解相反),他们在开始时不再专注于目标而排斥起点以及随之而来的任何斜坡的概念,而是始终都在考虑着路的两端。因此,他们便努力建造斜坡,而不是简单地把砖块垒成塔。

这种动作方面的改善是概念方面进步的原因还是结果?虽然第Ⅰ阶段的受试者已经在斜坡的概念方面有了进步,但这种进步处于一种未分化的形式,这就是说,没有对于高度和长度之间联系的分析,而ⅡA水平的受试者则明显地开始将这两个方面联系起来了。那么,导致他们将这两个因素联系起来的是这种理解方面的进步,还是由于受试者在他们的动作中注意到这个问题的所有因素(同时记住它们),并因此使他们有了联系这些资料的新的方式?看来这个问题无关紧要,因为联系那些可观察特征并使它们在儿童的思想中联系起来的动作可以构造同一件东西。然而,存在着对于动作的认识,人们必须考虑到实际动作概念化的阶段或范围,它出现于这些概念的前运算结构和运算结构之间。受试者在这个实验中做出的那些具体的动作得到了很好的保存和描绘,而未受到任何真正的歪曲(而在其他的研究中,情况往往并非如此)。但是,第Ⅰ阶段的受试者没有告诉我们的(因为他没有意识到它)是,在他们紧靠那座山建造砖塔时,忘记了玩偶或汽车的起点,而且这并未引起他们考虑这样一个问题,即它们如何攀登如此陡的斜坡。

换言之,虽然这些受试者依次正确地观察了这个情境的每一个方面,但是,这每一个方面在被观察过以后,或者被遗忘,或者被置之不理,所以其结果就同做了不正确的观察完全一样。在这种情况下,这些连续的动作包括纠正和调整,并与所获得的(失败的或部分成功的)结果相联系。尽管儿童清楚地意识到了每一单个的动作,但没有同时意识到这个问题的所有方面。不然,如果儿童做到了这一点,就能在事先想出一个完全的解决办法(出现于第Ⅱ阶段的互相依赖的预言和追溯),而不是在每一单个的动作之后简单地调整他们的构造。换言之,就像我同巴蓓尔·英海尔德教授所做的关于基本逻辑结构研究中所出现的情况那样,尽管对于运算关系的理解来自预见和追溯两者的联合作用,但后者也构成了对动作本身概念化认识的伸延,以及儿童勾画每一连续的单个动作,加上解决问题所需要的所有动作(包括所有错误以及随后所作纠正的原因)的新的能力。

虽然ⅡA 水平的受试者充分地意识到需要修筑的道路起点和终点的位置,意识到需要修建一条很长的斜坡,但他们在细节方面还是出现了大量的错误:木条太短,它们之间没有连接,斜坡的坡度太大,等等。这表明,尽管他们认识到了要求,但他们还不能将砖块和木条相互联系起来以完成所需要的斜坡。ⅡB 阶段的受试者在那些连续的意图方面表现了较大程度的系统性。

例子(ⅡB 水平)

史密(7 岁 6 个月) (玩偶)他开始于将那块长木条靠到 M 上,在它的前面放上一块小木条,代表斜坡前的平路。实验者要求他不要用那块长木条,他代之以两块小木条,将它们连接在由两块砖组成的立柱上。后来他围绕这一点做了大量的变动,甚至利用了四块木条、三根立柱,并在中间形成一条短的水平的路。如果要使坡度小一些呢? *一根大一些的(立柱),一个中等大小的,一个小的。*

布洛(8 岁 7 个月) (玩偶)他虽然使用了上述简单的解决办法(在一些立柱上放一些木条,形成几段上攀的道路),但他的主要精力用于两种类型的楼梯,这些楼梯开始于距 M 一段距离的地方。他或者将木条一块块叠起来放,或者使它们部分地交搭,最后一个稳固的楼梯由六块错开叠在一起的木条构成,最上面的一块支撑一块倾斜着到达山顶的木条。他的回想对于他的方法作了很有启发性的评说:*我考虑了各种东西,而且尝试了这种方法和那种方法。如果你一定得利用那块长木条,那就比较讨厌,因为你用这些小的能在这里做得很好。如果你用那块长木条在靠近山(M)的地方建路,那可以,用小的就不行。*

杰奥(9 岁 1 个月) (玩偶)与上述情况不同,她开始于建造一条长的水平的路,在结束时,她在砖块上放了一块坡度相当大的木条。后来她增加砖块的数目以减小坡度。最后她建造了一条上攀的路,开始是两段,后来是三段,并有适当的立

柱支撑。

费益(9岁10个月) (玩偶)开始时的构造坡度太大，然后为了减小坡度，他将路增加为三段(由立柱支撑，一根立柱由二块砖组成，一根由四块组成)。然而，在他一个星期后的回想中，他画了一条逐渐倾斜的道路(这不是建造的那一条)，这条路有五段，其支撑立柱的砖块数目为2—7块。

卡斯(10岁5个月) (汽车)他开始于建造一系列的岛，并将那块长木条放在第二个岛上。要求他想出另一种解决办法，他开始时在路的第二段搞了一个过于陡的斜坡。他试图建造三段路，但其中一根立柱太高，看上去很像一座塔，他挪走了它并且说，这些木条是为了让汽车在上面走的，这些砖块是支撑这些木条的。

费符(10岁6个月) (汽车)她开始于在湖边建造一个小的楼梯以支撑路的开始部分。当她发现这么做不行时，她想出了对这个问题的一种解决办法：一条由三段组成的斜坡，每一段都由高度不断增加的立柱支撑着。然后她建造了这条路。

预见方案方面的进步是明显的。布洛明显地注意到，如果你想不出错，你就得从底部，即路的起点而不是从那座山开始。在费符一旦放弃了建造楼梯的想法之后，她想出了一个筑路的方案，并在随后建造了它。所以，这些受试者不再出现任何根本性的错误，而只需纠正坡度方面的一些小错。

第Ⅲ阶段的反应同ⅡB水平的反应大体上相同，其不同之处在于，这些儿童更注意他们的解决办法的准确性(例如，立柱的地点，砖块和木条的衔接，路的重量与立柱牢固程度的关系)。这与那些导致认识及其与涉及先前发现的追溯和预见的可能联系并无关系。

结　论

将这样一个在任何年龄都可能解决构造的问题(解决问题的准确性是有变化的)，同一个使用运动物体的问题(在实践方面取得成功的程度也是有变化的)加以比较，那是很有趣的。当然，存在着两种主要的差别(这些差别紧密地制约着对于动作和有关物体的认识)。首先，在构造的问题方面，物体是静止的，它们以静止的状态提供给受试者。在这个实验中，砖块和木条由儿童随意选择，而且他们移动它们的目的仅在于以特定的方式来安排它们，因此，它们被移动后又是静止的。对于这个问题的解决办法并不取决于这些移动的动力，而仅依赖于儿童对这些物体的最后安排。与此相对照，如果涉及运动的物体，那么物体的运动就是重要的，而且解决问题的办法取决于儿童使它们运动的技巧，以及使物体的运动适合目的。其次(这一点同样也是很重要的)，在物体运动的时候，受试者动作的顺序就比较简练，而且要受物体运动的方式支配。非常年幼的受试者有时根本不注意这一点，但随着受试者的发展，他们便会认为这越来越重要。另外，在构造的问题方面，只要行得通，受试者就可以随意地结合这些材料，其结果将造成

许许多多的构造。因此,动作的系列是很长的,而且是比较多样的;行为的本质方面是这个系列的过程本身,包括采取这个顺序的原因。

如果我们考虑受试者对于情境的认识,那么上述第一个差别就会给人以完全相反的印象。在物体运动时,受试者并不立即知道怎样才能取得成功。为了理解他们做出的动作及其与物体运动的相互作用(压乒乓球的后部,改变投石器的运动方向,等等),他们需要对运动的结果(对于物体的观察)进行长时间的分析。但是,当受试者在做出动作时,他们总是知道想对物体做些什么,而且他们能那么做,至少在他们不能做时(木条太短、楼梯倒塌等),能立即明白其原因。所以,对于静止物体,在所有的水平上似乎都有完全的认识;而对于运动物体,认识只能是分阶段的,而且获得的认识水平在不同的阶段是不相同的,其差别远远大于运动本身所达到的水平。

如果对每一种情况下受试者动作的顺序加以比较,那么情况是相当不同的,因为刚才所说的那些只与每一个特定的动作而不是这些动作的相继相联系(它可能有或大或小程度的系统性,也可能没有内在的次序)。如果涉及的是运动物体,这就没有问题,因为这些动作顺序的转换非常快,而且仅仅是为了适应物体。然后,在构造的问题中,儿童的反应显然指向一种根本的发现:在受试者从一个动作过渡到另一个动作的过程中,他知道想做些什么以及明白动作的结果(成功或失败)这一事实,并不意味着他知道所采用的方法或所造成的所有变化的原因。事实上,受试者的动作越是受到一个总体策略的控制,他的认识水平就越高,因为这样一种总体策略从一开始只能来自对于问题性质的充分的概念化。然而,在任意的尝试与错误的情况下,受试者虽然开始意识到这么一个事实,即他已经做错了,而且知道他下一步将做些什么,但他并不知道错在哪里(是将问题理解错了,还是将问题回答错了)。

在这方面,将一个星期以后不同水平的回想加以比较是有益的。在ⅠA水平,艾雷只是说*有一个玩偶,它一定得爬到盒子上*。他忘记了起点,而且没有意识到这种被疏忽的原因的后果。虽然波恩开始于正确的地方,但他只回想起*有一个梯子,这样我们没有用砖块和木条*。在ⅠB水平,布尔的绘画显示了某些好的解决办法,尽管这些办法无法同他最初建造的那些砖塔相比较。他根本不想去发现在开始实验时究竟错在哪里。在第Ⅱ阶段,引人注目的是,受试者从自己的记忆中回想起他们的动作的原因(ⅡA水平的马昊)、需要注意的地方(ⅡA水平的雷阿),还有方法(ⅡB水平的布洛),这些揭示了对于动作实际后果的非常发展的认识水平。

简言之,在本章所描绘的这些情境中,在认识和概念化的观察方面,必须区分四个可能的领域。

(a) 存在着对与问题有关的资料的概念化。人们可以认为,这些是理解,还不是认识的水平。然而,当你对儿童说,玩偶或汽车必须从一个特定的地方开始并走向山(M)的顶部时,他们对于这一指导语的理解毫无困难。所以,在艾雷说*有一个玩偶,它一定得爬到盒子*(M)*上*时,忘记了从哪里开始,因而忘记了这一事实,即道路必须在起点和

M之间。这揭示了一个过程，这个过程始终集中于对动作的结果而不是开始时的条件的认识。当然，实际情况可能是，儿童并不理解这个问题，而且就像赛摩·巴贝尔(Seymour Papert)在我们发生认识论中心的一次讨论期间所说的那样："儿童总是正确地回答他向自己提出的问题。"但是，为什么他看不到提出的那个问题和由于他歪曲的同化所造成的问题之间的差别？在这方面，在指导语中陈述的问题和构成实验材料的物体在可观察的特征方面是可以比较的。受试者开始时只记住了它们中的某些方面(砖块对于建砖塔而不是柱子是有用的，等等)，所以，这便构成了认识和概念化观察的第一个领域。

(b) 必须考虑受试者关于怎样才可能解决这个问题的各种想法。

(c) 他执行这些想法的一些成功的方法也是重要的。(b)和(c)两者引起了对于特定动作的认识和清楚地把握了的观察。尽管它们之间的联系、实际问题的系统陈述以及对于所有其他有关信息的同化尚未形成(正因为如此，受试者才不能知道他出错的原因)，然而，(a)和(b)领域内的认识最终使他认识到他出现一个特定错误的原因。

(d) 有一个关于成功的动作和动作变化原因之间联系的认识领域。这是这种构造之概念化的重要之处，而且，对于它的检查将导致第Ⅱ阶段对于上述问题的解决。年幼的受试者首先考虑的是如何爬上M的顶部，而且他们完全忘记了路的第一部分(正像在涉及标度之使用的实验中的情况那样，年幼的儿童经常只使用其中的一个平锅，而忘记了其他的平锅)。因此，当他们一定得将终点和起点连接起来时，便出现了一系列的任意尝试与错误的解决办法。在ⅠB水平，受试者最终取得了或大或小的成功(但这只是在一个类似的过程之后出现的)，然而从ⅡA水平往后，儿童便从一开始就考虑到起点和终点之间的关系，这表明他们开始将斜坡的概念理解为高度和长度之间的联系。

这是怎么出现的？在这些反应和不太发展的儿童的反应之间的第一个明显的差别是，后者做出一个动作，注意它的失败或部分成功，纠正它，然后建立作为这些纠正之功能的新的关系。虽然一个第Ⅱ阶段的受试者可能会考虑同样的动作，但在他用自己的手实际做任何事情之前，先在头脑里运演它们，所以，在开始建造道路之前，他的纠正在或大或小的程度上是圆满的。结果，这些内化的尝试与错误的意图本身就是不必要的，而且，一旦问题得到理解，也就预告了解决办法的出现。然而，尽管这些内化是自然出现的，但我们仍然不知道它们在什么条件下才发生。一个明显的事实是，儿童思想中的动作及其内化要以对动作的认识为先决条件，因为这种认识本身就构成了一种概念化。不过，在儿童能够从动作的内化进步到立即预言解决办法的过程中，另一个条件也是必要的：认识不仅必须包括每一单个的动作，而且还必须包括这些动作的结果——从某种意义上讲，那种看来是最任意的尝试与错误的过程不仅从外部受到效果法则的影响，而且也受到儿童确立的对于情境相继做出解释的结果之间关系的引导。在上文描述的所有那些阶段中都可以看到对于相继动作和动作改变原因之间联系的逐步认识。虽然这种变化不同于作为认识之第二个和第三个领域特征的那种变化，但当它成为涉及构造的动作时，那也是必不可少的。

第六章 跳 筹 码[①]

如果儿童一定得做出相当复杂的动作以解决一个实际问题，那么，他对于情境的认识便经历了一个相当系统的由边缘向中心，即由动作结果向动作内部机制的过程。如果动作本身简单，而受试者一定得利用一种可能是比较复杂的装置，那么就得对他实践智慧的成功或失败连续做出一系列解释，他必须从这些解释中推断出相关的法则。

第一个这样的解释自然是受试者对于为什么击中或未击中目标这个问题的回答（我们将之称为“解决办法 A”）。第二个解释发生于受试者随后的对于解决办法 A 的描绘，换言之，即从“为什么”进展为“怎么样”。这种差别始终完全是相对的，而且他对于“怎么样”的专注可能只体现为对于 A 的“为什么”的追求，因而也就是对于“为什么”的“为什么”或原因的原因（我们的解决办法 B）的追求。这相当于将问题加以扩展，或更确切些说，相当于通过引进一个相连接的问题来扩展相关的因果关系领域。显然，B 的“怎么样”（因而仍然是“为什么”）迟早会来到，这便导致了解决办法 C，而这将使 B 和 A 更精炼，或者说将清楚地显示 B 和 A。人们可以持续不断地向前探索。这并不特别适用于那些与 A、B 有关的错误，或对于它们的纠正和调整等，因为一般的过程总是相同的，从解决办法 N 到解决办法 $N+1$ 几乎总是既来自细致的改进，又来自纠正错误。

然而，问题是要确定这些相继解释的顺序（或解决办法 A、B 和 C）是否有规律。由于解决办法 A 仅仅是对于动作和将要达到的目标之间比较直接而笼统的关系的思考，所以，解决办法 B 和 C 看来必须是在它之后的对于决定 B 和 C 等可能性之初步条件的认识，从某种意义上说，是对于刻画物体和受试者动作之间相互作用之特征的内部机制的分析。就动作而言，这将构成从边缘向中心过渡的一般过程。这是毫不奇怪的，因为在其因果关系方面，后者已经服从于物理法则了。然后，它并不限于这个一般的过程，因为边缘的距离越大，情境之可观察特征的距离越大，儿童离对于协调的把握就越近。就动作本身而言，它涉及那些特征为逻辑数学连接的一般协调。如果有这样的法则，那么，本质方面必定涉及将现实向逻辑的和数学的，至少是几何学的术语转换。

本章描绘的这个研究关系到一个众所周知的儿童娱乐活动，即一种跳筹码的游戏——拿起一个筹码，将它压到另一个筹码的边上，使后者跳动。因为这极其简单，所以本研究不太注意对于实际做出的动作的认识，而比较侧重于一般动作的概念化，首先

---

① 与卡特琳·达米（Catherine Dami）合作。

是动作之于物体结果的概念化。

给儿童一个大的、一个小的筹码和一个相当大的盒子，要求他使小筹码跳进盒子中去。在儿童这么做了以后（在铺地毯的地板上，受试者能相当快地取得成功），便要求他详细地描述其活动：他的手的动作，一个筹码压另一个筹码的点（后来便简单地称之为“压点”），在盒子处于筹码正前方和盒子移至筹码旁边时筹码的位置（在年幼儿童的绘图中，他们经常不改变这两个筹码的相对位置），小筹码到达盒子的路线，等等。实验者要求儿童做出言语的描述，儿童则一般通过模拟和绘图来说明。

然后，将筹码和盒子放到桌子上，要求儿童预言，如果没有地毯将会出现什么情况，然后让他自己试一试。当然，筹码不是跳动，而是滑动。在儿童对此做出描述之后，要求他解释在这两种情境下的差别，并由此确定地毯的作用。然后再鼓励他画出两个筹码（在地毯上和在桌子上）相压时刻各自的位置。其目的在于发现受试者是否发现了筹码使地毯稍微凹了下去。如果他发现了这一点，那就要求他从这一点上得出什么结论（实验者注意避免任何暗示或对这种下凹的解释）。

最后，给儿童两个火柴盒（一个是标准大小，一个小一些），一个国际象棋中的卒子，以及一卷胶带，并要求他预言，虽然这与跳筹码的情境相类似，但如果他（用手指）压这些物体的边，将会出现什么情况。在他试过以后，要求他描述所出现的情况，并解释为什么火柴盒和其他的物体向后翻倒，而不是像筹码那样向前推进。实验者尤其要设法（通过绘画之类的手段）弄清，儿童是如何想象火柴盒的运动及运动后的位置的。

对年长的受试者还要问及有关乒乓球的事（见第三章），以弄清他们是否显示出任何将它与本章所描绘的这个问题联系起来的迹象。

第Ⅰ阶段

例子（ⅠA 水平）

弗罗（4 岁 6 个月） 她试了试，并使其中的一个卒子（她的言辞）进入盒子。（她将小筹码放到大的上面并压小筹码，她的全部注意力集中于手的动作，而丝毫也不注意目标。）它到了哪里？*桌子上*。盒子呢？（她开始时未使筹码进入盒子，后来使筹码进到了盒子里面。）你是怎么做的？*我压得很重*。你能在桌子上做吗？（她试了试。）*不行，因为它滑动*。在地毯上它怎么样？*它向上跳得高*。为什么？*因为桌子不软*。她画出的筹码在地毯上的运动轨迹是一条水平线，在到达盒子的地方稍微抬高了一些。她画出的筹码在桌子上的运动轨迹还是一条水平线，但这一次在盒子的前面中止了。然后，实验者要求弗罗用火柴盒再这样试一下。（她试了

试。)它掉下了,因为它没有走进盒子。那个(小火柴盒)怎么样?它将要跳进盒子里去。为什么它向后走了?它不是平的(=薄)。她关于筹码情境的绘图通过两个并列而不是叠加的筹码显示压点,而且,当盒子移至一边时,筹码的相对位置并未改变。

沙尔(5岁整)　首先用她的手指将一个筹码推向盒子。实验者提示她利用第二个筹码。我拿一个中等大小的,然后我那么转(似乎她的手指沿着筹码边缘的转动就相当于压)。在她成功地使筹码跳起来之后,实验者问她拿筹码干了些什么。它跳动,我拿一个中等大小的,我使它跳起来。在桌子上试。(表现出惊奇。)它没有跳,它只是向前走。它在地毯上怎么样?它跳得好些。地毯干了些什么?它使它跳得很好。你能用这个火柴盒也这样做吗?它也会跳起来。(试。)不,它转起来了。这些东西(两枚五法郎钱币)怎么样?它同这个小筹码一样。(试。)不,它也是转。为什么?它们不完全一样。在她的绘画中,运动的轨迹是笔直的,压点是通过并列而不是叠加被标示出来的,而且她不能指出盒子移至一边时筹码的相对位置。

例子(ⅠB水平)

赛符(5岁整)　她随即拿起一个筹码,并用它来推动另一个筹码,但并没准确地对准盒子。(在筹码走得太远时,她改变了作为动力的那个筹码的角度,使之成直角,并使之比较接近目标。)如果你只有一个筹码,怎么办?我用手指来压,那也行。如果你用了另一个筹码,你压哪里?那里(边)。你也可以把它放到那里(中间的上面)。怎么做?很难,不过你还是能够做。我要来试一下,你能告诉我该怎么做吗?你用一个大的来压那里(边)。(实验者在中部压。)不行,因为你把它放到了中间。(实验者换了一种拿大筹码的方式,使它指向相反的方向。)不,这要走到另一边去。我们能不能在筹码和要达到的这个盒子之间放上另一个盒子?(实验者这么去做。)你不能,你一定得绕过它。(拿走这个障碍物。)它是困难的,因为它离得这么远。(成功。)我得压得非常重。(在她的绘图中,运动轨迹是一条水平的直线,在接近盒子处升高,升高的坡度很大,并越过盒子的边垂下来。)它也可以那样走(正确地模仿了跳动)。在桌子上试过之后,不,它跳得不是很好,因为地毯很软,而桌子不软。

在赛符5岁4个月时又询问过一次:你压了什么地方?那里(边)。压那里(中间部位)呢?不,那太远了。在桌子上它会走吗?不知道。(试。)不,它滑动。为什么?因为地毯不滑,它比较软,比较厚。在用火柴盒试了以后,它走错了路,它不圆,它比较重。(然后用一个大棋子试。)它回来了,我不知道为什么——它比较厚——它向后。在她的绘画中,运动轨迹是一条水平线。至于地毯上的路线,在到达盒子处多少有点垂直地上升,然后下垂到盒子的那一边去。关于在桌子上的路

线,*这筹码在桌子上*。压点正确地通过叠加和交叉被标示,而且,在盒子移到一边时,筹码的相对位置也正确。

蔡阿(5岁6个月) 他最初的反应与赛符非常相像。当在筹码和作为目标的盒子之间放上第二个盒子时,他未能使筹码进入目标。*因为你将这个盒子*(障碍物)*放到了这里*。但是,当在距离相同的地方放上一个大一点的目标盒子时,他取得了成功。*那比较容易,因为它在对面*。你是怎么做的? *我使它高高地跳起来,我使它走得远一些*。你能用你的手比画出筹码走的路线吗? (水平的运动轨迹,后面部分陡陡地上升到盒子处。)*靠近盒子时它才向上升并进到里面*。有趣的是,当实验者使筹码跳起来时,他正确地将运动轨迹画成一条弧度很小的曲线。但是,当他自己使筹码跳起来时,他画出的路线便与先前的模仿相一致。

克莱(5岁9个月) 他说,*我将这另外的一个放到上面,然后它就跳*。你压什么地方? *压边,它滑动,然后它跳起来*。在桌子上,怎么样? *它不会走,它走到盒子下面去*。为什么? *不知道,比较难*。(他对自己的绘画进行评说。)*它笔直地*(水平地)*走,然后它跳起来*(进入盒子)。(压点正确地显示为交叉。他解释了火柴盒发生的情况。)*它向后走,因为它太大*。

普力(6岁6个月) 她具有相同的反应,但她的绘图却很突出。她在运动轨迹的起始处画了一个筹码,然后将它置于盒底处(用一条水平线连接这两者),然后在盒子边的上沿(用一条垂直线连接后两者),最后在盒子内的同一边的底部(用一条垂直的线连接相关的筹码)。在桌子上的运动轨迹与之相同,不同之处是,在筹码到达盒子时它中止了。画出的压点是交叉的。*这些筹码互相接触,然后这个大的稍微高于这个小的*。当盒子移动时,筹码的相对位置是正确的。当要求她用火柴盒和其他东西也这么试一试时,*它翻过来了,因为它不是圆的,它太重*,等等。*球是圆的,但是我不知道它为什么不跳,它滚动*。*筹码跳动*,因为它是*扁平的、圆的;球是圆的,但不是扁平的*。

马尔(7岁整) 当盒子(移到一边)并不在他的正前方时,他还是没有很好地瞄准。他画了一条水平的运动轨迹,这条轨迹在接近盒子处陡然升高。压点正确,*因为压在边上它才跳*。

杜尔(7岁4个月) 她说,*我将这个大的正好放在边上,然后它*(那个小的)*就跳到空中并落进盒子。如果你压在中间,它稍微抬起来一点儿,不过抬得不高……如果你搞得很重,它就一下子跳到空中*。不过,她画出的运动轨迹靠近地面,在将要到达盒子处陡然地升高。后来,在看到桌子上发生的情况(水平的运动轨迹)之后,她正确地画出了在地毯上的运动轨迹,所以她达到了ⅡA水平。

所以,所有这些受试者都使筹码跳了起来,而且认识到它之所以跳动,是因为有压的动作,但是,他们对于情境的认识仍然是不适当的。在ⅠA水平,虽然那些相关的动作有着明显的差别,而且这种差别也用言语表达了出来(*我压得很重*,这是一个4岁6

个月的受试者说的)，但相对说来，对于压力本身的概念化尚未从简单的“推”的概念化中分化出来。事实上，沙尔的模仿并未显示出主动筹码之于被动筹码的部分叠加(交叉)，显示出来的仅仅是第一个筹码和第二个筹码的边际接触，而且，在弗罗和沙尔的绘画中，他们都是通过筹码的并列来标示压点的。然而，从 5 岁往后，ⅠB 水平的受试者便毫无困难地通过两个圆之小部分的相交来表示部分叠加了。在ⅠA 水平，当目标盒子移往一边时，儿童不能改变筹码的相对位置，而ⅠB 水平的受试者却不仅能成功于这一动作，而且也能在纸上将这画出来。

ⅠA 水平和ⅠB 水平之最突出的发现是受试者关于筹码在其起始点和终止点之间运动轨迹的概念。他们都将这个运动轨迹画成形状不同的水平线，这清楚地显示了这一点，即当涉及动作的概念化时，他们还是不能在压某种东西并使之跳动和简单地将它往前推这两者之间进行分化。他们之所以知道它肯定跳了起来，是因为它越过了盒子的边，所以他们便想象出筹码在到达盒子处时突然上升。这不是由于儿童在画出曲线方面有困难：当要求蔡阿模仿运动轨迹时，他做出了相同的反应，而且克莱(同蔡阿一样)甚至还详细地说出了*它笔直地走，然后它跳起来*。此外，当要求蔡阿说出实验者的筹码怎么运动时，他画了一条很好的曲线，但当问到他自己的筹码的运动路线时，他画出的还是直线。这清楚地表明，他是把自己的动作作为一种推的动作而加以同化的。然而，作为实验者之动作的旁观者，他很少想到肯定会发生什么情况，并且认为成人能够做出比较复杂的动作。如果在受试者和盒子之间放置一个障碍物，并要求受试者使筹码进入盒子，赛符和蔡阿要么拒绝尝试，要么没有取得成功。然而，当障碍物被移走时，尽管盒子的距离没有变化，还是取得了成功。

这种笔直运动路线(在到达盒子时突然升高)的概念说明理解受试者本人做出一个动作(因而也就是对动作的概念化)方面的困难，而且它也使我们回想起另外两组关于压的动作的发现。第一组，发现同恩里克斯教授做的实验(第三章)有关，在这个实验中，要求儿童压乒乓球的背部以使它向前走并返回。实验结果发现，甚至那些远比本实验中归类为ⅠB 水平的受试者年龄大的受试者也认为，球是滚动向前然后又滚动回来的。在这个实验中，虽然位移并无错误(滑动)，但儿童没有看到它与一种转动相结合，也没有看到这里需要一条弯曲的运动轨迹。第二组，在我们将于第十章讨论的弹弓实验中，直到ⅠB 水平，物体的投射还是被想象为位移，因为那块用于投射的木条转动所起的作用未被理解。简言之，在所有这些事例中，一个成功的动作导致了一种适当的认识，其含义仅仅指概念化仍然与那些预想的动力学的或因果关系的想法保持一致，这控制着受试者对他实际上难以做出的那些动作的理解。

人们可能会争辩说，一旦压的动作完成，那么，筹码、乒乓球和弹弓实验中黏土球的运动便不再依赖受试者了，而且，此后的问题便是对物体的观察，而不再是对实际动作的认识。然而，如果受试者能在压的动作和推的动作之间做出更好的分化，那么他就不会出现这些错误。一般说来，正是儿童对作为动作结果的物体发生情况加以观察，才导

致了他对于动作本身的认识。如果在加以比较的三个实验中,这种认识没有得到提高,那么,肯定有某种东西(如预定想法所发挥的作用)阻碍了它。

至于地毯在筹码投射方面的作用和那些较厚物体的后翻,受试者仅仅提到质地和形状方面的差异:桌子*不软*(=它是硬的),*这些盒子不圆*,或*太重*,等等,甚至在正确评价了这些盒子的厚度时,他们也没有任何因果关系方面的理解。

第Ⅱ阶段

在第Ⅱ阶段(有些受试者在6岁6个月时能达到,一般说来,达到这个阶段的年龄在七八岁),受试者能够想象筹码的运动轨迹,并将它画成曲线。

例子(ⅡA 水平)

格拉(6岁6个月) 他说,*它不马上跳,你一定得先压,压这个小的边,它在空中稍微停留一会儿*。如果你在桌子上这么做呢? *它不跳,它滑动;桌子是平滑的*。他拿起两块代表放大了的筹码的纸板,并模仿筹码发生的情况:*你在地毯上压筹码的边,它先水平地抬起几毫米,然后它沿着一条倾斜的路线一直飞到盒子边的上方,再掉进盒子里面。如果你在桌子上压它,它不跳,它水平地向前移动*。当问到能否用火柴盒来做同样的事情时,他说,*不能,它们一定得是圆的,而且要完全是扁平的*。

毛思(6岁3个月,发展较早) 在经过几次尝试后他取得了成功。在桌子上做会怎样? *它不会跳*。为什么? *桌子是硬的,而地毯是软的;在桌子上你不能压,它不跳*。(尝试。)*它滑动,因为桌子是硬的*。地毯帮助它跳吗? *是的,你在地毯上压*。筹码怎么样? *它很难跳起来*。如果你压在中间呢? *它停在所在的地方,地毯稍微压扁了点*。如果你压筹码的边呢? *那个小的这边起来,大的这边不起*。(他把大的筹码画成平的,小的画成倾斜的。)在桌子上会出现什么情况,它也起来吗? *是的,稍微有一点,然后它滑动*。他用火柴盒试了试,在它们都向后走时,他说,*它们向后翻到我手指头上,因为它们重*。他画出的关于筹码情况的图是两条相连的曲线,好像筹码在中途要接触地面并向上朝盒子反弹过来。

格尔(7岁6个月) 他说,*我压上面,它飞走了*。怎么飞的? *它滑动,它飞走了*。如果你压,*它就那样走*(从一个水平的位置倾斜)。地毯对它有点帮助吗? *没有*。在桌子上呢? *它也将飞出去*。它要走进盒子中去吗? *有可能*。(尝试。)*它没有进去,它滑动*。同在地毯上一样吗? *不,地毯对它有帮助,桌子没有,因为桌子滑,地毯不滑。它不滑,地毯上有毛,好像有刹车*。它仅仅阻止它动吗? *是的,桌子*

硬，地毯软。在利用火柴盒时，格尔说，它能向前落，也能向后落，因为有一个小角，它不是圆的。乒乓球，它要（向前）滚动，有时候它将要向回走。他画出的筹码的运动轨迹是一条令人满意的曲线。

杰思（7 岁 11 个月）　*首先你要压，它等你压了以后才飞出去，它抬起到空中一会儿。*在桌子上呢？*它不能走，它一定不能平滑。*地毯有用吗？*是的，它帮助这个小的，因为它毛茸茸的。这对它起来有帮助，而如果它平滑，它就滑动。火柴盒，它比较重，它翻过来，这也因为它是长方形的。*哪一个更重要些？*形状和厚度。乒乓球，它向前滚动，然后它向后回来……它自己转回来；地毯上有绒毛，这阻止了它。*

卡奥（8 岁 6 个月）　既在地毯上，又在桌子上做了尝试。*在地毯上，它跳；在另一个地方，它滑动。*地毯有什么用处？*我不知道。*

普格（9 岁整）　他对两种表面作了比较：*（在桌子上）它滑动，它不能使它跳起来；地毯毛茸茸的。*

所以，这些受试者都知道，如果你向下压筹码的一边，另一边就要抬高并斜着飞出去，它的路线是一条到达盒子的曲线。然后有这么一个问题，即为什么在地毯上这就可能，而在桌子上则不可能。一个ⅡB 水平的受试者明白其原因，并且能在纸上画出来：筹码的压力压缩了地毯的绒毛，筹码便以一定的角度飞出去，这样就抬了起来；桌子抵抗了压力，所以筹码便水平地滑动。虽然前面的那些受试者已经接近这一想法，即筹码的边陷到了地毯里去（地毯是*软的*），但他们并没有正确地认识这个情境，并只相信地毯的那种自身承受的延伸压力的动力作用。正如格尔清楚说出的那样，这种复杂的作用也表现为帮助筹码跳动和使它*刹车*——这种“刹车”的意义在于阻止筹码滑动。这样，在大筹码压在小筹码上时，后者便不会立即跑脱，在它跑脱之前，被抬了起来并向上送。那个最年幼的受试者毛思虽然已非常接近达到这么一种认识，即筹码下陷进地毯这一事实对于筹码运动方向是重要的，但他所看到的地毯之主要作用仍然是使筹码在受压时不会滑走。在他说*地毯稍微压扁了点*的时候，所描绘的是压筹码中间并固定不动的情况。尽管他似乎也认为，那个大的筹码（在它向下压小筹码边的时候）是小筹码抬起来的唯一原因，但丝毫也没有想到地毯下凹的作用。格拉（他是最不发展的受试者）甚至认为，地毯对压力的抗拒能够使筹码在斜飞出去之前先抬起来而同时保持水平状态。杰思同格拉一样，认为地毯同时具有帮助和“刹车”的作用：*它毛茸茸的*，能够使筹码抬起来而不滑动。卡奥和普格也有类似的想法。

处于这种既有投射又有“刹车”作用（或者那种稍微发展一些的使筹码抬起来）的复杂组合和对于情境作精确的描绘（ⅡB 水平）之间的，都是些中介的情况。因此，虽然那些极端的例子肯定有着很大的差别，但在ⅡA 水平和ⅡB 水平之间并无一条清晰的界线。下列这些受试者的例子便说明了这些转换的情况，这些儿童（他们不同于ⅡA 水平的受试者）谈到了筹码在地毯上的下陷，并以各种不同的方式对之作了解释。

皮埃(7 岁 7 个月) *在地毯上,它是软的,筹码就跳动;在桌子上它不跳,它向前走。*为什么在地毯上它跳? *因为地毯又厚又软,它陷下去。*那么在桌子上呢? *它向前走,桌子不软。*所以地毯有助于它跳? *是的,它陷下去。*然后它干些什么? *什么也没做。然而,盒子太重,它向后来。乒乓球滚动,你压,然后它就返回。*

依沙(8 岁 3 个月) 他试图使筹码在桌子上跳,*有一天我这么做了。但现在,我不能。*地毯做了些什么事情吗? *在地毯上,你能够压它,筹码就陷下去,因为它陷了下去,那就使这个筹码跳……桌子太硬,筹码就滑动。火柴盒,它掉到后面,因为它又重又大,最重要的是它大。*

例子(ⅡB 水平)

拉吴(7 岁 11 个月) (尽管他有怀疑,还是归类为ⅡB 水平。)筹码做了些什么? *它稍微抬起来一点儿,使它起来并跳动的是那个大的。*在桌子上呢? *它将跳。*(尝试。)*不,桌子平滑,地毯软。*地毯做了些什么? *它帮助跳,它倒下了*(=凹下去)。*桌子总是平的,它比较滑,筹码不跳。*

戴姆(7 岁 5 个月,比较发展) 他说,*在我压的时候,会给它力量,使它起来;地毯使它压得厉害些。*什么? (他画了一个 V 形。)*地毯上有一块地方被压扁了,然后,在这个纽扣走的时候,它*(地毯)*又平了。*它对纽扣有帮助吗? *是的,在桌子上,地毯给它力量,但地毯不使它跳。在地毯上,筹码倾斜,在桌子上它不。火柴盒,如果我压,它竖着;如果你稍微推它,那就使它转。乒乓球,只是滚动,然后过一会儿,它再回来。我不知道为什么它停了下来,然后返回。*

史拉(8 岁 1 个月) *如果你压中间,它不会起来。但是,如果你下压,这个小筹码将起来,因为你压,地毯软。在桌子上,如果我压,它滑动而不是跳,因为桌子结实,你不能使桌子下陷。火柴盒,它在那里下陷,另一头起来,因为它又重又厚。*

华尔(8 岁 2 个月) *筹码在桌子上,它比较硬,它不能起来……反跳起来。*那么地毯呢? *它有点弹性,它比较柔软。*但是它为什么跳起来? *它陷下去,它比较软。它造成一种小小的斜坡,而且它飞出去。在地毯上有一个比较大的坑。*为什么它飞出去? *那是因为你在桌子上压,它像这样*(⟶)*走,而不是这样*(↗)*走。火柴盒,它不跳。或许那是因为它重,在我压的时候,它向后翻滚。*

卡尔(9 岁 9 个月) *那是坑,它走进去*(画了一个斜坡)。*火柴盒,翻了过来,它转动,因为它重,而且是方形的。*

布拉(10 岁 7 个月) *地毯陷了下去,在棋子飞走后,它又起来了,它帮助棋子反弹起来*(他画的 V 显示了下陷)。这与桌子的情况相反。对于桌子他画的形状是__。他说*火柴盒不会起来,因为它太厚。*

赛斯(11 岁 11 个月) 反应相同,绘画也类似。*火柴盒将到处走,它将立着。*

为什么它不跳？它太重，太厚。（乒乓球滚动着向前，然后返回。）*因为地毯毛茸茸的，它阻止乒乓球前进，它返回了。*它为什么会回来？*因为它是球形的。*

普厄（12 岁 10 个月）　*它陷下去，滑动*（在斜坡上），*再飞出去；而在桌子上时，它沿着桌面走，而且只是滑动。但火柴盒之所以回来是因为它比较大和比较重，而且乒乓球将返回，它能够在空中。*

所以，虽然处于中介水平的这些受试者（皮埃和依沙）谈到了筹码在地毯上的下陷，但他们似乎并未把握如此出现的凹陷为什么有助于筹码的跳动。他们将凹陷和跳动联系了起来，但不能界说它，也不能解释它的因果性。另外，ⅡB 水平的受试者比较明确地提到了由筹码的压力所造成的地毯上的那个凹陷的斜坡。当拉昊将形成了凹陷的地毯和总*是平的*桌子加以对照时，他清楚地说到了这一点，即地毯推动筹码抬起来。在戴姆和华尔谈到筹码滚进凹陷部的*斜坡*或那个控制运动方向的*小小的斜坡*时，他们对此表达得更为明显。其他的受试者也通过绘画显示了他们对于情境的理解，而且，虽然布拉和赛斯增加了“反弹”，但他们明确地用比较扁的 V 形来标示地毯的凹陷，以同代表筹码在桌子上运动的└—相对照。

对于地毯的解释经历了一种变化，开始时认为地毯同时对筹码既推动又“刹车”（阻止筹码像在桌子上那样滑动），最后正确地解释了地毯上的 V 形凹陷（它给筹码以一定角度跳起的力量），这种解释方面的变化是有趣的。年幼的受试者认为，从地毯至盒子弯曲的运动轨迹仅仅是由大筹码施加给小筹码的压力造成的，所以它的意义纯粹是动力学的。对于发展较好的受试者来说，那条抛物线形的运动轨迹则是由那个凹陷造成的*小小的斜坡*的延伸——也就是说，在这种自然还是必要的动力学解释上面，现在又加上了一种几何学的和方向的意义。那种造成儿童关于筹码之弯曲运动轨迹概念（这种弯曲的运动轨迹是由于地毯的凹陷所造成的筹码在起动时具有一定的角度）的进步，使我们想起了（那种将要在第十章报告的）弹弓实验中遇到的类似的解释方面的变化。

然而，还是像弹弓实验中的情况那样，儿童对于旋转的想象比对于曲线的想象还要困难些。所以，那些ⅡB 水平的受试者（他们已经具备了地毯上的筹码以一定角度起动的适当概念）对于火柴盒等物体的旋转仍然相当模糊，对于向后翻跟斗仍然相当难以解释。当然，虽然他们都指出了火柴盒厚度的作用，但他们还是提到了它的重量和形状，而且最重要的是他们不能在他们的绘画中适当地描绘旋转——只有到了第Ⅲ阶段，受试者才努力达成。

第Ⅲ阶段和结论

例子

戴夫(10岁10个月) 他说，筹码将起来，因为你压它的上面，而且它造成了一个小坑(他指向了斜坡)。(他预言火柴盒将向后翻，因为它厚。)厚度同向后翻有什么关系？在你压的时候，它接触这里(背)，它就向后翻。他的绘画显示那条短边是逐渐倾斜的，并显示了完全旋转的一些阶段。但有一个错误：第八个的位置与第一个完全相同，两者的形状一样，而地点不同。对于乒乓球，他说，它将向前走，然后返回。如果你压它，球就这样(后旋)走，而且因为你推，它向前走。

吉尔(10岁4个月) 他说，在你压的时候，筹码的前面就抬起来，地毯稍微下陷。然而，火柴盒将不往前走，因为这里(上面的短边)起来(=它高)，而且如果你压前面的这个地方(另一端)，它将抬得高些；盒子将抬起来，并直立着。(尝试。)它回来了，这里的底部陷住了，它不滑动，它陷在地毯上并向后走。当要求他说明旋转时，他用手握住盒子的底部，并显示导致整个盒子旋转的逐渐倾斜的过程。对于乒乓球，同戴夫一样，吉尔说，如果你压这里，球就那样(反向地)转，它滑向前，然后返回。

欧力(12岁2个月) 他提到了地毯的反弹，但后来详细地说到筹码不能向前走(滑动)，它斜着飞出去(因为有那个凹陷)。在将火柴盒拿给他时，他说，它可能翻转过来。为什么？(他慢慢地用动作说明。)这一边向后翻，这样便沿着短边转动。至于乒乓球，如果你推它，它向前走，然后它返回；在你压它时你压在它上面的压力使它先向前走，然后(反旋)它的力量比另一种力量大，它就返回了。

因此，所有这些受试者都认识到，由于有地毯上的那个凹陷，筹码便*斜着飞出去*(欧力)。极为有趣的是，儿童在很长时间内一直没有把握那个斜坡的意义，而且在弹弓的实验(第十章)中，也有类似的发现。然而，在这两个实验中，这显然先于他们对于旋转细节的理解，最后的那些儿童(第Ⅲ阶段)则是最早能够描绘火柴盒旋转的受试者。诚然，那些不太发展的受试者确实看到了这种翻跟斗与火柴盒厚度之间的紧密联系，但他们却不能描绘它。第Ⅲ阶段的受试者说，如果你压在一边的上面，它就向下走，并导致整个物体旋转。吉尔甚至解释了这个过程与筹码向前投射过程的直接联系：在筹码向前投射方面，*在你压的时候，筹码的前面就抬起来*；而在火柴盒方面，也出现了同样的情况(*盒子将抬起来*)，但因为*底部陷住了，它不滑动*，而前方却不断抬高，这就导致了盒子的直立状态(尝试前的预言)，然后便向后掉下来。毫无疑问，这是一种进步，因为受试

者现在知道，如果物体是薄的，那么它就向前投射，其向上的方向是由地毯的凹陷造成的；如果物体是厚的，那么其背部的压力就使物体的这个部分留在原地而前面抬高。

儿童在把握乒乓球之反旋和平移的同时，也把握了旋转的细节。将这两个实验中ⅡB水平和第Ⅲ阶段水平的反应加以比较，是有趣的。

为了从这种隐约出现的迹象中推断出跳筹码游戏之概念化的阶段，我们就要努力理解这些阶段以及这些阶段缓慢演进的原因。儿童的动作（使筹码进入盒子，使它在桌子上滑动，或使火柴盒翻跟斗）在ⅠA水平（4岁）是成功的，而且一直到第Ⅲ阶段，他们的动作都无变化。为什么他们只有到了十一二岁时才能充分地理解？此外，如果人们研究一下那些最后的结论，那么会发现，其中并无明显的从根本上说是新颖的东西；相反，只有一种对于那些几乎从一开始就被含蓄地理解了的东西的解释。说在地毯上有一个凹陷（ⅡB水平）而不只是说地毯是*软的*或*不硬*（ⅠA和ⅠB水平），或者，显示火柴盒绕着受压的短边旋转而不是简单地说它向后转，这似乎只表明描绘方面的微小进步，而没有表明儿童理解方面的某种确实新颖的发展。

事实上，这种演进比我们乍看到的情况要复杂些，而且，从第Ⅰ阶段到第Ⅲ阶段，所涉及的那些有形动作始终没有变化这一事实更使人迷惑。最使人感兴趣的发现是，受试者对自己动作的观察（严格意义上的"认识"）和他对物体的观察（因而是动作的结果）之间的变化，以及越来越多的协调的介入——此乃尚未发现的根源。

从ⅠA水平开始，存在着一个对于实际动作之认识的问题：受试者用一个大一些的筹码压小筹码，但他的描绘似乎这种压力是通过两个筹码之并列而非叠加所造成的。这样，他当然就不会正确地观察物体，因为在这两个筹码之间有一种关系，但对于动作本身的认识也起作用，实际上这是一种歪曲的或者是阻止的作用。虽然受试者使用了不同的词汇，但他并未在这个特定情境中的推和压这两种可能的动作之间进行分化（尽管乒乓球实验和弹弓实验与之非常相像，但这种情况并不一定会出现）。实际上，压的动作（我们将在下一本书①中进行比较详细的研究）有许多方面。你可以压一个物体的上面或侧面（或者，将一个物体压在或倚在另一个物体上），在你推的时候或者使它向前，或者使它倒下；相反，也可以使该物体或自己停留在原地（或拿住一个物体压另一个）。所以，在这个跳筹码的研究中，在ⅡA水平对于动作作了不正确的分析并不使人感到惊奇，这尤其是因为，儿童在这里一定对压上面和压侧面做出区分，在压上面的情况下，问题不仅仅是让那个受压的筹码保持在原地，更是要使它跳起来。然而在ⅠB水平，压的动作便比较精确地选择了压点（儿童的绘画显示，那个主动筹码部分地置于被动筹码的上方，即部分叠加），并有了较好的理解——在建造卡片房子的实验中，通过最初的将压的动作和它的空间条件联系起来，出现了相应的对于斜坡认识方面的进步。

简言之，第一个水平的特点是一种将运动动作和最终目标直接联系起来的总括动

① 《成功与理解》，其中包括卡片房子、砝码等研究。

作,但儿童自己对这个动作并未进行充分的分析以认识推和压之间的差别,所以他就没有对这种动作的认识(因而没有动作的概念化)。在ⅠB水平的受试者区分了这两种动作时,人们可能会认为,那是由于对物体作了比较精确的观察,才导致了他们在部分的叠加(压)和简单的并列(推)之间进行了分化。为什么ⅠA水平的儿童没有看见ⅠB水平的儿童所看到的?发生了什么变化?显然,尽管筹码之并列或叠加是物体的一个可以观察到的特征,但它也同受试者的动作有关系(从侧面推或从上面推)。此外,尽管后者也可以因此被称为动作之可以观察的特征(如果说对于动作特征的证实不能由对于物体的观察决定的话,那么后者将便利于前者),但对于推和压的分化却要求一种将这两者联系起来的能力。儿童怎么才能做到这一点呢?

人们可以提出这样一种一般假设:对于动作的认识依赖于受试者对于动作的主动调节。这不同于自动调整(受试者主动地决定他的动作进程),他选择将要做的事情,而且在这么做的时候,他一定要涉及对动作正反两个方面的估计,因此这迟早将导致他有意识地将情境中的各种因素联系起来。因为在这个实验中,最年幼的受试者一般也能成功地完成动作,所以在第一个水平不存在积极调节的问题。但在ⅠB水平,我们看到了选择的介入,当目标盒子(或筹码相对于盒子的位置)改变时,受试者遇到并解决了在什么地方压被动筹码的问题。这意味着他们开始将动作与它的空间条件联系起来。因此,这种关于压的动作的空间化的开始,可能便解释了对于情境比较明确的认识,而这是通过受试者对于推的动作和压的动作的分化揭示出来的。

尽管这个水平动作方面的分化给人留下了深刻的印象,但在儿童的绘画中却并不明显。在他们的绘画中,地面上的运动轨迹仍然是平移(这同推的情况是一样的),最后才跳进盒子。在ⅡA水平,一个筹码对另一个筹码的压力被概念化了——在地毯上,是一条带有弯曲运动轨迹的投射;而在桌子上,运动轨迹仍然是直线。这些受试者为什么现在把握了弯曲的运动轨迹?为什么他们现在认识了这么一个事实,即地毯的作用是重要的?当然,运动轨迹的形式和地毯是有联系的:正是由于有地毯上的凹陷(它是由被动筹码的压力造成的),所以,一旦主动筹码施加了压力,被动筹码就开始抬高(不是恰好在它走向盒子之前)——因此,就有必要将这个起始点同盒子联系起来,也就是说,一条弯曲的运动轨迹是必然的。对于地毯的作用的正确认识,来自将最初的"压→使筹码跳动"(取决于其表面的情况)离析为"压地毯"或"在桌子上压筹码"这两种动作。最初的动作将动作的执行同目标直接地联系了起来,丝毫没有对"这是如何做的"的分析。尽管ⅡA水平的概念化有了改善,但动作方面的情况却并无变化。换言之,"原因"变成了"在地毯帮助下的压",而不是简单的压,但这种帮助被部分地委派给了手的力量,同时也考虑到了地毯与桌子相反的显著特性。如果用另一种说法来表示,那就是地毯既能帮助筹码升起,又能使它留在原地,这样筹码便能在没有滑动的情况下跳起来。就像ⅠA水平的受试者不去确定"使筹码跳起来"的原因是"推旁边"还是"压上面"一样,这些受试者也无意去探索怎样才使之成为可能。他们只借助于地毯之最明显的特征(软

的或毛茸茸的），这些特征足以使地毯完成其帮助筹码向前走和使之“刹车”的动力学任务。这种没有分化的动力学类型便构成了ⅡA水平的儿童对于地毯反应的特征。

尽管这个阶段依赖于物体和实际动作的显著特征，然而它也开始有了协调：受试者施加于大筹码上的压力形成了地毯的凹陷，大筹码压在小筹码上并在地毯上造成凹陷，它反过来又对小筹码发生作用。这一套传递加上随后动作的激发作用，已经构成了一般的因果关系的协调。那么，通过什么过程才使受试者发展到ⅡB水平（在ⅡB水平，受试者力图发现这些情况是怎么发生的，并且根据凹陷和斜坡来解释这现象）？他所看到的丝毫也不多于ⅡA水平时的所见，而且，虽然他将那凹陷画成一个扁平的V形，但他这么做并不是迫于见到了什么新的东西。如果这仅仅是一个观察的问题，那么他定能在很早以前就这么做。因此，这看来是一种部分推理的几何学协调，它将受试者的注意力吸引到了他先前忽略了的那些显著的特征上去。

最后，第Ⅲ阶段儿童对于盒子的理解当然也来源于同样的机制。受试者从只是说盒子将向后翻到详细地分析其旋转，造成这种进步的不仅仅是儿童在情境观察方面极细微的差异，也是对于一套必须有的运算协调的把握。

现在，我们要再回到本章开始时提出的那个问题上来，每一种由一个水平向下一个水平的过渡，其特征都是由受试者试图对于“怎么样”这个问题的回答来刻画的，这一点非常清楚。

(a) 主动筹码是怎样发动被动筹码的？ⅠB水平的回答是，第一个筹码与第二个筹码有部分的交叉，而不是两个筹码边对边地推动。

(b) 筹码是怎样进入盒子的？ⅡA水平的回答是，在地毯上，运动轨迹从一开始就是弯曲的，而不像在桌子上的情况那样是平行于桌面的。

(c) 那条曲线是怎么开始的？ⅡB水平的反应援引了地毯上的凹陷，以及被动筹码在起始点的倾斜位置。

(d) 当用“厚的”物体（如火柴盒）来代替薄的筹码时，这种效果是怎么更改了的？第Ⅲ阶段的回答显示了在盒子向后翻过来之前倾斜的角度是如何逐渐增大的。

此外，这些发现中也显示了这一点，即每一个“怎么样”的问题实际上也是一个新的“为什么”的问题，它应用于先前的解释，并扩展了因果关系系统。而在先前的水平上，它被看作足以提供一种完善的解决办法。

既然在ⅠA水平和第Ⅲ阶段之间动作本身并无改善，那么，这些相继的“怎么样”的问题值得注意之处便在于，它们展现了与那种引起被称为“尝试与错误反应”的情境中的动作相似的调节，而在那种情境中，ⅠA水平的受试者没有成功地做出那种动作。然而，在这个实验中，这些调节与那些可观察到的特征和协调有关，因为每一种观察或联系各种因素的尝试都很快地遇到了一些困难或一些需要补偿的干扰。在这个特定的情况下，这种随之而来的进步导致了几何学协调的把握。然而，这要归因于受试者，就像其他一些实验中的情况一样，动作本身的主动调节导致了各种形式的逻辑-数学的协

调。不管动作之逐渐调节是否达到目标(因而就有"我们怎样做"类型的问题),也不管适应物体运动的是不是受试者(因而就有"它们怎么做"类型的问题),在那些相继的步骤之间看来有一种发展的关系,其中有一种经过安排的调整或逐步纠正的次序,即对于平衡的不断寻觅。

第七章 一球对另一球的碰撞[①]

在我们先前球之碰撞因果关系的实验中，要求受试者预言并解释在经过实验者选择并引导的情境中所发生的情况。然而，这里的实验却简单得多，只给儿童一个瞄准的目标。本实验旨在分析动作，尤其是要设法确定作为动作基础的认识和概念化水平。事实上，尽管最后有一种必然的趋同现象，但不能完全肯定这两个实验（它们都是从不同的观点着手进行）的结果是完全相同的。那个因果实验的条件是预先确定的，而且要求受试者归纳其结果，这样就能立即探明其作用（如碰撞）以及推理的协调（解释）。这个新的实验开始于儿童的自发动作，目的在于确定他对于动作以及物体（即动作之于物体的结果）究竟观察到了些什么，并发现如何从协调中产生概念化——最终在这两组观察之间确立的关系。假定发现成功动作的水平高于概念化的水平，那么就会出现一个有趣的因果协调之根源问题。它直接来自具体的动作（事实上所有的动作都包含因果联系），还是仅仅来自动作的协调，抑或来自这两者（但在这两者那里，结果的价值是不同的）？

所用的方法非常简单。有两个小球 A 和 B，还有一个小木柱（把它称为“人”），受试者将 A 扔向 B，旨在使 B 击中目标。所有这三件物体都先放在地毯上，与受试者成一条线，要求受试者先使“人”翻倒（不规定任何条件）。然后实验者描述任务Ⅰ：儿童一定得用两个球（而不仅仅是一个）去碰撞人，但不能改变球的特定起始位置（刚开始的时候允许改变）。任务Ⅱ：儿童一定要使 A 击中 B，但 A、B 两个球都不能碰到人——还是不允许改变球或人的起始位置。最后是任务Ⅲ：将人置于 B 的一边，使人和 B 之间的线段与 A 和 B 之间的线段成 45 度角，要求儿童通过用 A 击中 B 使 B 击中人。在完成这三项实验任务之后，即使他已成功地完成了任务，也允许再作多次尝试，以便使他造成希望达到的最佳效果。实验者询问他是如何做的，尤其要问他（但不用暗示性的问题）是否有意识地选择了一个特定的碰撞点；如果他是这样做的，那就问他为什么。同在其他实验中的情况一样，实验者可以要求儿童将情境画出来，或告诉他（实验者）做了些什么。在这种情况下，实验者便试图按他说的去做，但要装出不会做的样子。最后，如果儿童不能完成任务Ⅱ或任务Ⅲ，实验者可以向他显示怎么做，然后要求他解释出现的情况，并努力照着做。

① 与卡特琳·达米合作。

ⅠA水平

例子

克力(4岁6个月) 实验者要求他得用这些球撞倒这个小人。(只用一个球,未击中。)它自己拐弯!你应该怎么做?*我们得把人放近一点儿*。(成功。)你干了些什么?*我非常轻地扔它……如果你不轻轻扔,就不能击中它。如果你扔得重,球就走到桌子上的那里(一边)*。任务Ⅰ:失败三次,然后成功。*我扔得很轻,人倒下了*。任务Ⅱ:他试图只用一个球,所以不是真正的成功。*我扔得很快*。你是怎么做的?*我把它扔到(人的)这边*。用两个球:他两手各拿一个,将A扔到一边,B扔到另一边。不,要一个球推另一个球。(他将A扔得距B很远。)*我轻轻地扔*。(两个球都动了。)(他成功地使A擦到B。)为什么一个跑到一边,而另一个跑到另一边?*因为它们是两个*。为什么它们走到边上?*因为你向这一边或另一边扔*(他在A的每一边各画一条线,这两条线是平行的,而且距离相当大:↑○↑),*或者在中间撞翻人*。任务Ⅲ:你是怎么做的?他为A画了一条短的曲线,这条曲线绕过B而到达目标,然后B沿着一个倾斜的路线走开(方向相反)。他再也没有其他的解决办法了。

卡特(5岁10个月) 对她的实验从任务Ⅱ开始。她先非常轻地扔球,球未碰到人,但球越过了人。(扔向B的一边。)*我扔得很重,向这一边扔*。但你一定得让第二个(B)动起来。(她移动B并将A扔向它,但还是扔到了一边。)*我扔得相当直,球滚到了(人的)这边*。再试一试。(实验者将它们放回到它们原先的位置。)(她取得成功。)*这个红的(B)走到了这边*。是你使它走到这边的?*不是*。是球吗?*是的*。你能随便用一种方法扔它吗?*不能,你一定得笔直地扔*。任务Ⅰ:成功。你是怎么扔的?*相当直*。以前你扔得直吗?*是的*。为什么它们有时直着走,有时走到一边去?*因为它们都是自己走*。对于任务Ⅲ,她未能取得成功。

布尔(5岁6个月) 任务Ⅰ:成功。*我用两个球和只用一个球使这个人倒了下来*。球干了些什么?*它们使这个人倒下*。这两个球?*是的*。任务Ⅱ:他将A扔到一边,然后将两个球都移到同一边。实验者将它们放回原处。这一次,这孩子取得了成功。你是怎么做的?*我将第二个球(B)稍微往边上放*。不是,它在一条线上。(再次尝试,成功。)你是怎么做的?(他再次移动B并做出相同的解释。)*那没有使这个人倒下*。为什么他有时倒下,有时不倒下?*不知道*。告诉我,要使这个人倒下,第一个球要碰到第二个球的什么地方?(指向中间。)碰到哪里他就不倒下?

(还是指向中间。)相同的地方?*差不多是相同的地方*,等等。谁使这个人倒下或仍然站着?*球。我推它们,它们使他倒下或不倒下*。任务Ⅲ:失败(*球移动*,使三个物体再次在一条直线上)。

史太(5 岁 6 个月) 在任务Ⅱ中,他同布尔一样,将 B 移到一边,然后用 A 击中其正中部。实验者将它们放回到一条线上,这一次这孩子取得了成功。你是怎么做的?*我击中它的中部*,(*B*)*走到了那里*。是你使它到那里的吗?*不,球自己走的*。告诉我我能怎么做。*你得拿*(*A*),*并直着扔它*。

艾拉(5 岁 11 个月) 任务Ⅰ:*球滚动,而且走到人那里*。是这一个(*B*),还是这一个(*A*)?*它们什么也没有干*。你做了些什么?*我使它滚动*。任务Ⅱ:开始时移动 B,但最后取得了成功。*它们靠近这人,这样它们就撞不到他,它们都是自己转*。(他画出 A 击中 B,两个球的路线连续地构成了一条直线,直至它们接近人。在人那里,B 拐向一边,而 A 拐向另一边。)如果你想使人倒下来,你扔球的方式是否同不想让他倒下来的一样?*我用同样的方式扔*。

诺义(5 岁 11 个月) 他的反应与前面的那些受试者非常相像。实验者向他演示怎样才能完成任务Ⅱ。诺义正确地做了模仿,并且说,*我向那儿推到 B 的一边*,这说明他对别人动作的观察比对自己动作的观察更精确。紧接着,要使人倒下,你撞哪里?*那里*(*A 的中部*)。撞哪里他就不倒下?*这里*(*也是在中部*)。

吉艾(6 岁整) 他也看到了对于任务Ⅱ该做些什么,但他的观察不像诺义那么好。*它*(*B*)*转;在你碰它时,它就偏离了路线*。

傅拉(6 岁 6 个月) 在向他显示如何做之前他便成功地完成了任务Ⅱ。*它转*。是你使它转的吗?*它完全是自己转*。在它到那里之前,它在向哪里走?*不知道*。看。(实验者演示。)*那是因为它转并走到人的一边*。我是怎么做的?*那是因为你扔它时你的手指分开*。是我使它转的吗?*它们完全是自己在转*。

这些发现展示的第一个有趣之点是,对于任务Ⅱ几乎都取得了实际的成功,而且在儿童的身体动作方面也能够考虑撞击点的可能改变。在我们早先利用相同实验材料所做的关于因果关系的研究中,第Ⅰ阶段的受试者(ⅠB 和ⅠA)几乎都没有在他们的预言或解释中提到这一点。在这里,年仅 4 岁 6 个月的受试者(例如克力)就从使 A 到达 B 的一边开始,然后用一只手滚动 A,另一只手滚动 B,两球各在木柱的一边,其距离远得碰不到。然而,如果重复指导语并排除这些错误的办法,他便设法使 A 擦到了 B 而不让它们击中人。卡特、布尔、史太和艾拉都以同样的方式开始,但努力于使 A 真正击中 B。诺义和吉艾无疑也是以这种方式做出反应的,但这是研究的开始,而且过于快地向他们显示了正确的解决办法。然而,这的确使我们看清了他们是如何理解它的。傅拉非常快地发现了正确的做法。因此,一般说来,这个水平的受试者一开始就懂得,为了不碰到小木柱(人),人们就必须将球扔向一边,而且他们一开始就这么做,忘记了准确的指导语。但是,一旦他们回想起指导语,便设法使 A 击中 B 的一边,以便使 B 不击

中人。

第二个有趣的发现是,虽然受试者成功地完成了这个任务,但不能说出是如何做的,而且看来他们的确并不真正知道。克力曾使 *A* 擦到 *B*,而且看到 *A* 和 *B* 随后走向不同的方向,但他只是说,你将它们扔向一边或另一边,并通过每只手各拿一个球将它们送向平行而分离的路程来说明这个解释。这是富有启发意义的,因为它揭示了最后成功的心理学起源。然而,如果人们考虑他的认识水平,他显然只看到动作的结果(一个球走向一个方向)和动作力量方面的错觉差异(在任务Ⅰ中,*我非常轻地扔它*;在任务Ⅱ中,*我扔得很快*)。在任务Ⅱ中,卡特认为,一定*得笔直地*将球 *A* 扔向 *B*,这同她在任务Ⅰ中做的是一样的。同克力一样,布尔在描述他的成功时,提到了他的倒数第二个而不是最后一个尝试,并且认为他先将 *B* 向旁边稍微移动了一下。至于任务Ⅰ和任务Ⅱ中的碰撞点,布尔只能说,它们*差不多是相同的*。史太和艾拉则更绝对:它们击中 *B* 的*中部*,而且在任务Ⅰ和任务Ⅱ中,*用同样的方式扔*。诺义清楚地看到实验者使 *A* 击中 *B* 的边,但在成功地模仿了这种办法之后,他坚持认为 *A* 碰到了 *B* 的中间(像在任务Ⅰ中一样)。这确实使人想到,对于他来说,观察别人的动作比观察自己的动作要容易些。无论是吉艾还是傅拉,他们甚至在实验者演示时都没有注意到侧面的碰撞点。

第三个有趣的发现是,如果要求受试者对他们动作的结果做出解释,那么他们便仅仅提到两个相等的因素。这一发现进一步证实了认识的缺乏(而不仅仅是儿童描述得不精确)。第一个因素,经常不加以解释的因素——实际动作的力量:对于克力来说,如果你扔得*很轻*,人就翻倒;如果你扔得很重,球就走到旁边去(参见卡特)。然后他又有一个与此相矛盾的、自然而非常普遍的想法,即如果你轻轻地扔球,球就在没有到达那个小木柱的地方停了下来。然而,第二个因素则更普遍,更令人吃惊。这第二个因素是球本身的力量,受试者认为球会自身改变方向(转),而这种方向之改变,不是根据碰撞点,也不是受试者动作之直接的结果。

卡特认为,这些球*都是自己走*。史太详细谈到,他同球 *B* 方向的偏离没有关系:*不,球自己走的*。同样地,布尔说,*我推它们*,而且*它们使他倒下或不倒下*。艾拉则更为明确地赋予球一种"万物有灵"的力量:*它们靠近这人,它们就撞不倒他,它们都是自己转*。吉艾看起来更有道理:*在你碰它时,它就偏离了路线*,但这种偏离仍是同自发的旋转有关系,因为*它转*。傅拉对于*它完全是自己转*这一点确信无疑,所以他不让实验者再说其他的情况。

简言之,受试者的动作并不伴有任何适当的认识(任务Ⅰ的情况例外),而且,由于对动作作了不精确的概念化,所以就给球本身赋予了一些"心理形态(psychomorphic)"的力量。要使儿童较好地认识因果关系,就一定得对动作做较大的协调,而这种协调之缺乏尤其表现在并非偶然的不能完成的任务Ⅲ,尽管在事实上任务Ⅲ的原理同任务Ⅱ是相同的。

ⅠB水平

第Ⅰ阶段两种水平的唯一差别是，ⅠB水平的受试者在他们施加于 A 的动作和 A 施加于 B 的动作（这个动作可能或不可能使 B 碰到人）之间进行了分化。

例子

艾力（5岁1个月） 任务Ⅰ：*我扔这一个（A），而且这一个（B）使这孩子倒下。*任务Ⅱ：立即成功。你是怎么做的？*我扔这一个（A），而且那一个（B）到了那里。*这与你以前做的一样吗？*不一样。*你是怎么做的？……任务Ⅲ：儿童推 B。你直接击，怎么样？（她迅速地推了一下 B，这样它就与 A 和这个人在一条线上了。）

尼克（5岁11个月） 任务Ⅰ：*我扔它，另一个球滚动，这个人就倒下了。*任务Ⅱ：他先是非常轻地扔了一下，然后便以正确的方式成功。怎么样？*我迅速地扔它，它稍微地转了一下。*它为什么会转呢？*我不知道。*看。（实验者完成了这个动作。）*对，因为你转动了球。*这个图画表示从 A 到 B 的一条直线，也表示从 B 到接近目标的球的直线，然后，这条直线又绕目标转了半个圆圈。

米恩（6岁7个月） 任务Ⅰ：*我将用这个球（A）去击这个球（B），然后，它就试图使这个球倒下来。*任务Ⅱ：*这个球转弯了，而不是笔直地往前走。*为什么？*因为它笔直地往前走，而当它到达的时候，它才转弯。*为什么？*不知道……我笔直地推这个球（A），然后这个球（B）就走得更远并转弯了。我笔直地击它，B就稍微转了弯。*是你使得它转弯的吗？*是我，因为如果我不很笔直地击它，它就会走到旁边去。*当你说笔直地推它时，你是什么意思呢？*这个球（A）到了这个人的中部（=对面），它笔直地去击另一个（B），而且它（B）笔直地往前走。*再做一遍，告诉我你在做什么。（又一次成功。）*我用A击B，A转弯，B也转弯。*但是为什么这些球有时转弯，有时笔直地往前走呢？*A滑向（B），并使它离开，它们就都转弯了。*这些图画表示 A 击 B，并启动 B 朝目标运动，随后便是一条迂回的曲线。这一演示（运用两个球）并没有对他的解释提供进一步的说明。

凯尔（7岁整） 任务Ⅰ：*我使这个球（A）滚动，它笔直地滚。*为什么？*它不能转弯。*它不能来这里（边）吗？*如果你把它扔到一边（另一个方向），它有时可以转弯。*任务Ⅱ：*它不会掉下来，因为我没有用足够的力推。*（她考虑。）你在想什么？*我在考虑我是否能够使这个球转弯。*（她把 B 推到一边。实验者把它放回原处，凯尔再一次停下。）现在你又在考虑什么呢？*如何设法使它转弯。*没有什么办法吗？*没有。*看。（实验者做。）*第一个在这里转弯，另一个在那里转弯。*（尝试，成

功。)你是怎么做的？*像你一样。它们两个都转弯了*。你是在哪里击 B？*这里*（直接击，也就是在中部击）。

详细地检查这些受试者的反应是值得的，因为他们稍微高一点的水平使他们的反应比ⅠA 水平受试者的反应更为自相矛盾。与后者相比较，虽然他们的进步可能看起来并不重要，但它符合人们已经知道的这个分阶段ⅠB，这个阶段开始出现了一种以直接转换形式之结果呈现的中介转换。当然，ⅠA 水平的受试者已经知道他们在将球扔向 B，而且击中或未击中那根小木柱的是 B。然而，在他们的概念化中，这两个球始终是互相一致地作用着：*它们完全是自己转，它们使球倒下*。而且在实验者问及布尔的意思是不是指它们两者时，他说*是的*。另外，每一个受试者都在 A 的作用（击中 B）和 B 的作用（在击中后单独行动）之间作了分化。

这种改善了的对于动作的认识或概念化是否导致了对于碰撞点之必然作用的注意，尤其是对于球之运动轨迹的更为准确的因果关系解释？没有，而且这正是这个水平最令人感兴趣之所在。艾力和尼克（他们都很快地完成了任务Ⅱ）并不知道他们是怎么做的，而且，在尼克注视实验者的动作时，他的理解和观察丝毫也不优于先前的水平，因为他认为，被 A 推动的 B 继续直线行走，然后在它靠近小木柱时呈半圆形走动。在米恩的口头描述中，他所说的 B 的运动轨迹毫无二致，而且在问及他自己在这个过程中的作用时，他只是说*笔直地击它，然后*（它）*转弯*（又补充说，*如果我不很笔直地击，它就走到旁边去*。但这里*笔直*的意思是，将三个物体摆成一条直线，而与碰撞点毫无关系）。米恩的绘画（与尼克的相同）进一步证实了他的解释：笔直的运动轨迹以及最后时刻的拐弯。最后，凯尔是少数几个不知道如何完成任务的受试者之一，但是，当她一看到如何做时，就正确地做了模仿并宣称她的动作*像你*，这就是说，击中了 B 中部。总之，这个水平的认识比ⅠA 水平的认识进步。

ⅡA 水平

前两个例子中的受试者介于ⅠB 水平和ⅠA 水平之间。

例子

皮依（6 岁 5 个月） 任务Ⅱ：为什么这些球未击中这个人？*这个球*（B）*自动地转弯了*。再一次尝试。（再一次成功。）你是怎么扔它的？*我笔直地扔*。球呢？*它转弯了*。是你使它转弯的吗？*不是*。但是当给他任务Ⅰ（继任务Ⅱ之后）时，他又回过头去考虑以前所发生的事情。你在哪里触到它（B）的？*这里*（中部）。以前呢？*稍微靠近这里*（一边）。这与刚才一样吗？*不完全一样*。但是你在哪里推呢？

笔直地。不行,我往稍微靠近边的地方推。(这一次他把球稍微放出了线。)如果它们的前后位置正好可以互换,你能使它击中那个人吗?不能,因为这个球不能偏到一边。如果你在这里(一边)击中它呢?噢,对了,它到了那里(左边),因为那一个(A)在那里(右边)推它。而对任务Ⅲ,儿童作出了奇怪的预言:你只能像以前那样做。但是他错了,并且认为,在碰撞了这些球之后,它们不会马上偏离到一边:不行,它仍继续笔直地走一点儿(在分离之前)。

佩特(6 岁 6 个月)　任务Ⅱ:他把 A 和 B 推到左边。你不推这些球能做吗?不知道。(尝试,成功。)你是怎么做的?这个球(B)像那样(朝右边)走。怎么会呢?也许我像那样(指向 B 的一边)击它,它们就离开了,互相走开了。但是为什么这个人有时不倒下呢?因为如果这些球在中部而不是在一边互相撞击,那么他就会倒下。再一次尝试(任务Ⅱ)。(数次失败,然后成功。)它有什么诀窍吗?有,但是它有点困难。

雷益(7 岁 5 个月)　任务Ⅱ:他笔直地往前推这个球,并且使这个人倒下。我太用力推了。他把 B 推到一边,但在指导语的提醒下,他把它往回推并且成功了。我把它推到这一边(左边),它以这种方式离开了。如果我在这里(在右边碰撞)击它呢?我想它会以这种方式(B 和 A 都对)走开。

沙布(7 岁 6 个月)　任务Ⅰ:未击中之后,它到了那里,因为我没有恰当地扔它,它稍微偏离直线一点。任务Ⅱ:我扔它,让它稍微偏离直线一点,我把它推到这一边(指假定的碰撞点)。(她尝试,失败四次,然后便成功了。)有时我能做,有时我不能,因为笔直地击比稍微偏离直线一点要容易一些。

奥雷(7 岁 11 个月)　任务Ⅱ:它(B)应该到这一边,但是,这不是我们做的,击它的是这个球 A。我们应该在这里(在旁边碰撞)击它。为什么?我想把它击得偏离直线一点。任务Ⅲ:你得像以前那样做,但是未击中。

费依(7 岁 5 个月)　任务Ⅱ:我击那里(在左边碰撞),那就在那里(在右边)推这个球(B)。任务Ⅲ:你得在这里击它(正确),但是未击中,而且他认为如果你正好在旁边击它,B 会以与直线 AB 成直角的方向离开。

托普(7 岁 8 个月)　任务Ⅱ:我击那里(在旁边碰撞)。当这个球(A)触到另一个球的时候,那就会使得它转弯。任务Ⅲ:尽管在旁边碰撞,但也失败了。它走得不够远。

雷普(8 岁 1 个月)　任务Ⅱ:你得以一条稍微偏斜一点的直线来击。它(B)沿着那一个(A)推它的路线走下去。

吉斯(8 岁 2 个月)　任务Ⅱ:成功。我以一种倾斜的方式扔它。它稍微偏离出直线,没有触到这个玩具娃娃。为什么这个球到了左边呢?它不会到右边来的,因为这个球在那里(右边)击到它。任务Ⅲ:他的推理是一样的,但是因为他不去试图改变碰撞点,所以他就失败了。如果这个人在这里,你在哪里使得这个球触到另

一个球呢？*那里*（正确的一边）。如果我们把这个人放得更远一点呢？*这里*（同样的地方）。跟它以前一样吗？*不，因为他*（这个人）*更高一点*。所以第一个球在同样的地方击中另一个球吗？*是的*。

所以，七八岁的受试者认识到这一事实，即如果他们想使 B 改变方向，就必须使 A 击 B 的旁边，不过他们未能完成任务Ⅲ。处于中介水平的皮依（6 岁 5 个月）仍然有些模糊，而佩特（6 岁 6 个月）则犹豫于碰撞点的修正。然而，其他的受试者（他们都处于 7－8 岁）却没有这些怀疑。在这些因果实验中，正是这个年龄的受试者能正确地预言被动球之偏斜的起动，因而就能区分并解释由运动传递所造成的两种方向——由受试者抛出的那个主动球的方向和被动球的方向，而被动球的方向将随碰撞点的不同而变化（＝如果碰撞点在正中部位，被动球将继续沿着主动球的路线运行；如果碰撞点在旁边，那被动球的路线就偏离）。这样，儿童就协调了两个球的运动。（虽然在碰撞点位于旁边的情况下，他们仍然难以准确地确定被动球的方向，但他们对碰撞点位于正中部位的情况下所发生的事情却是相当清楚的。）显然，儿童必须把握这种因果的协调，否则他们就不能对自己的动作进行看来是简单的观察。事实上，从四五岁开始，儿童就能够使 A 击中 B 的旁边，但在这个年龄，却不能认识在做些什么，而年龄大一些的受试者一看到碰撞旁边引起 B 之运动路线的偏离就非常明白。

还存在着两个问题：一个是这种新的协调之起源，另一个是它同因果关系的联系。当然，对于物体精确地观察本身不能说明这种协调之把握，这恰恰是因为不能理解所看到的年幼儿童没有做出准确观察的情况。事实上，假如我们仅仅考虑物体，那么就将陷入一种循环论证：在理解之前不能正确地观察，而要理解它又一定得有正确的观察。然而，如果也考虑到动作，那么这个水平便有了一个新的因素：同第Ⅰ阶段不同，这些受试者对于碰撞点位于旁边时所发生的情况是相当清楚的。这样，对于球之各种方向的协调便来自动作本身的协调。

这是一个新的、可以说明的因素，因为通过反馈而互相纠正的那些单个动作的连续，迟早会导致协调，而且这种协调的水平要高于那些单个的、没有协调的动作之连续。因此，可以把动作之协调归纳为下列推理的联系：在将 A 扔向 B（使 A 的运动传递给 B）以及使 B 以不同的方向运动（向连接受试者和小木柱的想象的路线运动）之后，受试者便选择碰撞点——如果他本人要移动（或如果他要改变 B 的位置以便达到一个不是小木柱的目标），他就应该选择这个碰撞点——击中 B 的中部，但偏离他和小木柱之间的那条线。在一个早先做的研究中（在那个研究中，通过用一个小炮猛烈发射弹子的手段，儿童得将一个盒子送向一个不是在他正前方的目标），第Ⅰ阶段的受试者移动他们自身，使自己的位置正对目标。在这个研究中，第Ⅰ阶段的受试者（以及佩特、雷益和其他ⅡA 水平的受试者）在留意指导语之前却开始移动 B。尽管这种协调是新颖的，但仍然是可以解释的：看来，可以说明受试者之所以能够在两个球之相继方向之间加以分化的，正是这种协调。

这种动作的协调，以及基于受试者因果关系把握之方向的协调效果是明显的。只要受试者仍然认为，被动球 B 必须从根本上继续沿主动球 A 击中它的方向前进，那么他们就会感到，对于其方向偏离之唯一可能的解释，就是自身拐弯的力量。然而，一旦不同方向之协调得到了理解，那么受试者便会将这种偏离归于自己使 A 碰到 B 之旁边的动作，而这正是我们所引证的这个水平的受试者立即承认的事实。

尽管在任务Ⅱ方面有着明显的进步，但我们不能说对于任务Ⅲ也是如此，而且其理由也是简单的。在任务Ⅱ中，儿童只需将 A 击中 B 的旁边就能成功；而在任务Ⅲ中，他一定得选择一个特定的碰撞点，其差错来自 B 不能击中目标（目标置于偏离 AB 延长线之 45 度角的那边）。尽管ⅡA 水平的受试者已经发现，碰撞旁边也将使 B 走到一边去，但他们还是不知道这一点，即位于旁边的碰撞点的任何变化都与方向的变化一致。吉斯（8 岁 2 个月）使我们清楚地看到了这一点，他说，他认为移动目标并不意味着一定要改变碰撞点。

ⅡB 水平、第Ⅲ阶段和结论

ⅡB 水平的受试者之所以成功地完成任务Ⅲ，是因为他们不满足于从任务Ⅱ的情境中所得出的笼统概括，这与ⅡA 水平的情况是一样的（皮依和奥雷说：*你只能像以前那样做*），但他们理解，方向的变化与不同的碰撞点是一致的。

例子（ⅡB 水平）

力斯（8 岁 9 个月） 任务Ⅱ：*我把它扔在边上，这样这些球就会互相分离开来。*那是怎么发生的？*这正如你同时扔两个球，一个击中另一个……碰撞会使得它们分离开来。*任务Ⅲ：*你得对准这里。*如果这个人在那里（稍微动一下）呢？*不行，这里。*

安克（9 岁 3 个月） 任务Ⅱ：*你越是朝着球的边缘击它，它越是像那样*（正确的方向）*走下去。*

贺尔（9 岁 5 个月） 任务Ⅱ：*当我击这个球*（A）*时，那会使另一个球*（B）*以一种正确的方式走下去……它以另一种方式推那一个*（B），*这一个*（A）*就改变了它的路线。*任务Ⅲ：*如果你去那里*（非常靠近一边），*它就会像那样走。*如果你击这里（比较靠近中部）呢？*它就会往一边稍微偏一点*（不甚明显的偏离）。

米恩（10 岁整） 任务Ⅱ：*不是去对准那里*（中部），*我对准了那里*（旁边）。任务Ⅲ：你能做吗？*如果我练习一下。*它更困难吗？*是的，因为你得估计在哪里击它。*那里和那里（两个相邻的碰撞点），对这两个来说会是一样的吗？*不一样，你得*

更加对准中部。

同ⅡA水平的受试者相比较，第Ⅲ阶段的受试者能够对规则做出一种更为概括的叙述，也能够较好地从碰撞点中推断出不同的方向来，反之亦然。

例子（第Ⅲ阶段）

潘安（11岁2个月） 任务Ⅱ：*如果你使它击一边，当然它会走向另一边。这就好像你从这里（中部）击一样。*任务Ⅲ：*你越是击一边，它就越是走向另一边。*

路斯（11岁6个月） *如果你想让它笔直地走，你就得击中部；但是如果你从另一个角度可以对准这些球的话，它们就会以另一个角度（同样的角度）离开。*

这种发展的主要特点是什么？第一个引人注目的发现是，儿童在完成任务Ⅱ时动作方面的过早成熟，以及与之相比较的认识方面远远落后的发展。这需要作进一步阐明。显然，第Ⅰ阶段儿童实践的成功并不是突然出现的，它来自完成任务的各种尝试（仅用一个球去碰倒小木柱，在任务Ⅱ中移动 B 以使三个物体处于一线，等等）。在提醒他们注意指导语时，他们便将 A 扔向 B，但仍然倾向于（但没有意识到它）瞄准小木柱的边，这导致他们将 A 送往 B 的一边。在这样的情境中，那些连续动作中的每一个动作显然都是被部分地意识到的：一种深思熟虑的意图（避开小木柱），以及对于任务特定部分的认识（移动 B，或将 A 扔向 B）。然而，一般说来，在每一个具体动作该部分的认识中所缺少的，是那种先前的动作能够发挥的对于后续动作的影响，尤其是在根据要求有意识地瞄准 A 时将 A 送到 B 的一边的意图。一旦取得了成功并进而观察物体所发生的情况，另一个因素便介入了，而这个因素将增加该认识的难度。受试者之所以没有看见 A 击中 B 的一边，是因为这与他原先的想法（为了能够动，必须击中 B 的中部）相矛盾。因此，相对于概念化水平比较高的动作水平（就是这样来自感知运动之适应过程的），它早于那种使儿童能够想象一个情境之所有方面的水平，其中毫无神秘之处，也很简单。

从这种初级状态向ⅡA水平的状态过渡，是第二个有趣的发现。在ⅡA水平，受试者同时对情境进行虽不详尽但却是正确的观察，认识到瞄准 B 的一边的动作，并对碰撞后球的各种方向做出（可能还是笼统的）因果关系的解释。是不是有一种因素联系这三个进展领域的发展？

下列事实看来是肯定的：对于实验情境理解方面的改善是由于协调的介入。正是这些协调才将第Ⅰ阶段之不完整、不正确的理解改变为ⅡA水平的准确观察。在这里，这之所以成为可能，是由于对碰撞点的注意。这些受试者为什么注意到碰撞点？这肯定是由于他们开始理解了情境。假如只有一个知觉的问题，那么这种注意就比现在的情况更早出现，而且也更不稳定。与通常的情况一样，对于动作之于物体之结果的正确观察促进了对于动作的认识。

简言之,对于物体比较精确的观察导致了儿童对于动作的较好认识,但前者来源于因果关系理解的开始。如果这以一种基于正确观察(只有儿童开始理解情境时,才能作出正确的观察)的推理协调为先决条件,那么受试者为什么能开始理解呢?

唯一的解决办法肯定是,在具体动作的认识(在很大程度上,它是受试者对物体观察的作用)和使那些动作成为一种可理解的整体协调(通过反省抽象,从中可以产生一种归因于物体并构成因果协调的概念化)之间的分化(对于前后一致的心理发生学的理论来说,这是基本的)。这种将那些相继动作协调成一个整体的协调是同一种紧紧相连的关系,而这种关系在第Ⅰ阶段的尝试与错误解决办法中已经起作用,但后来不断精确并得到不断纠正。所以,这是唯一的通常从调整向运算演进的特例,它能将相继的联系和一个同时存在的整体形式结合起来。

看来,这个发展的各个方面与关于主客体的一般辩证法是一致的。对于客体的观察将使主体对特定的动作有清楚的认识;而对于动作的总的协调便导致了推理的协调,这反过来又清楚地显示了与客体相联系的因果关系的协调。

第八章　推动对称的和不对称的物体[①]

用一根当作球拍使的木棍推球,使球击中一个目标看来是容易的。但是,如果这个目标或多或少地偏离年幼儿童的正前方,那么对于这些年幼儿童来说,问题就出现了。推圆筒(或一个由两个大小相同的轮子——这两个轮子分别置于一根轴干的两端——构成的较小的器械)使这个任务更为困难。如果被推的物体不对称,如一个截头圆锥体(一个平底无脚的酒杯),或一个具有安装在一根轴干上大小不同的两个轮子(相当于一个截头圆锥体的两个平面)的器械,那就更为复杂了。因为在最后那种情况下,物体的运动轨迹是曲线,这就引起一个解释儿童(用棍子推物体的)自己动作的作用和物体本身(几何学性质)的作用的问题。所以,这种情境给我们提供了一个研究特殊情况下关于动作之认识,以及儿童如何将他对物体的观察和对自己动作的观察联系起来的机会。

向一组儿童呈现上述第一种情境,它包括一根木棍(球拍)和一个球。儿童坐在桌子的前面,还有一个在开始时放在他正前方的目标,允许儿童随意挥动木棍(其端点或边形成了运动轨迹)。然后将目标移向旁边,这样儿童就一定得转动木棍,并将球送向偏斜的方向。一旦确定了儿童取得成功的水平,我们就会发现他对于自己动作的认识达到了什么程度,以及是如何达到这种认识的。第二组儿童也是解决这一球的问题(目标位置的变化也相同),并向他们呈现涉及圆筒(干电池)和锥形物(或者一个与锥形物底面直径相同的圆筒形酸乳酪纸盒,或者一段非圆柱形的粉笔)。最后,交给第三组儿童(这一组人数最多)两个圆筒(一个轻、一个重,以便判断可能的差异),两个锥形物(同样也是一个轻、一个重),以及两个上文描绘过的带有两个轮子的器械(以后称之为“大小相同的轮子”和“大小不同的轮子”)。

目标的位置还是要改变。桌子上盖有一块毡布,以防止物体滑动。

---

① 与依斯倍尔·弗鲁格-杰纽克斯(Isabelle Flückiger-Geneux)合作。

ⅠA 水平

例子

丹安(4 岁 11 个月) 开始时他不能将这个球(只是用手)送到位于一边的目标,因而不是正对着目标。给他一个圆筒,他用手从各个不同的位置去推它,但仍然不能击中目标,除了当圆筒以与目标成直角的角度作用时才能击中它。你击中它了吗? *击中了*。你知道为什么吗? *不知道*。然后,在把它放得与目标成直角之前,他用粉笔从各个不同的位置尝试。*它没有碰到*。然而你扔对了吗? *对了……不对*。当他用木棍、球或者圆筒(一边的目标)尝试时,他失败了,除非圆筒几乎在他的正前方,并且木棍与目标成直角。为什么这样会更好呢? *因为……*他做出预言,粉笔会像圆筒一样笔直地往前走。*它转弯了*。你知道为什么吗? *不知道*。

玛尔(4 岁 11 个月) 目标在一边(在地板上而不是在桌子上),她开始笔直地往前推圆筒,结果失败了;然后她使它与目标成直角,结果成功了。她用一支粉笔(圆锥形的)毫无章法地做了大量尝试,结果成功了一次或两次,但她不知道为什么。然后她使它与目标成直角。不行,没击中。继而她通过对它稍稍推动并沿着运动轨迹重新调整几次方向而成功了。如果给她一根木棍(在这一情况下,一把尺子),并要求她朝着目标(在另一边)推一个长方形盒子(位于她的一边),她仅仅从向目标扔尺子开始——用这种方式她击中了它,但却不能设法使盒子击中它。所以她使自己处于目标的对面,使尺子与它成直角。*我推得重*,取得了成功。她也用截头圆锥体(不倒翁),并使之与目标垂直,这样也未击中。为什么? *因为我未击中*。到底为什么呢? *因为它在地板上*。这样,她援引了自己的动作和物体的位置来做出解释。

泰布(4 岁 6 个月) (没有木棍)目标在一边,球位于靠近他的这一边,他马上使自己与球及目标在一条线上,所以取得了成功。然而,由于他没有把圆筒放到恰当的位置上向目标滚动(还是只用他的手推),所以失败了。经过许多次的试误之后,他发现了正确的位置(但他并不知道为什么这是正确的),取得了成功。然后他试图用粉笔同样地去做(仍然只是用手),并把他的失败归因于这一事实,即这一次的滚动不同于上一次,而实际情况并不是这样。他再做一次,这一次他推得很重,这使粉笔在开始时以直线滑动。*它很直,后来它正好在烟灰缸前拐弯了*。(他夸张了。)那么电池也像那样拐弯吗? *是的,两次,然后它就击中(目标)了*。然后就给他圆筒和木棍(他先把它们与瓷砖平行地放在地板上),所以没有击中目标。然后,使

它们与瓷砖垂直,因此取得了成功。为什么第一次没有成功呢?*因为*(圆筒)*它是直的*(应该有一个角度,因为目标在一边)。后来为什么成功了呢?*因为它是直的*(这一次与目标在同一条线上)。用粉笔尝试。(他还是这么做,并且高兴地发现它拐弯了。)为什么电池(圆筒)不拐弯呢?*因为它比较大*。它也能够做"之"字形行走吗?*能*。(尝试,没有成功。)*不能*。那么粉笔呢?*不能*。把球、电池以及粉笔行走的路线比画给我看看。(泰布每次都指出了同样笔直的运动轨迹。)

琼斯(5岁6个月) 他认为,圆筒以及截头圆锥体(不倒翁)会沿着同样的路线运行,但他*不知道*两个二轮器械的路线。目标在一边,他运用尺子依次一个个地推,成功地击中了目标。他认为,两个物体都是沿着同样笔直的路线向目标运动的。当然,这是不可能的,因为大小相同的轮子不是面对目标启动的,而大小不同的轮子一旦被推动就会转圈。在这两种情况下,由于琼斯一直把手放在器械上,并且使尺子垂直于想要走的路线,这样就不断地矫正了器械的自然偏差,所以成功地击中了目标。看起来,他对此并无认识。当要求他不用尺子去推物体时,他以一条笔直的路线去推这个截头圆锥体,并且注意到它拐弯了。为什么?*不知道*。现在,如果你再从这里推它,它会往哪里走呢?*朝烟灰缸那里*(错误)。在对这些问题做了几次更为错误的回答之后,他得出结论:*有时它往那里走,有时它往这里走*。他不能区分自己动作的效果以及物体结构的作用。

泰尔(5岁6个月) 像琼斯一样,她认为物体会沿着同样的路线运行。在用大小不同的轮子尝试之后,*我想它会直着走*。如果你使它再从这里走,它会以同样的方式走吗?*不知道*。它往这里(目标的左边)走还是往那里(右边)走?*不知道*。在又作了几次不正确的预言之后,她看清了这个器械的行走路线,然后得出结论。她在开始时并没有把物体放在正确的位置上,那是因为它们(大小不同的轮子)有点像上次那样拐弯了。然后,当实验者交替地给她一些大小相同与大小不同的轮子时,每次她都预言这次的情况将和她刚才看到的情况一样。于是她坚持认为,大小相同的轮子将会转半圆形的圈子,因为她曾经看到过大小不同的轮子是这样转的。她认为大小不同的轮子将会径直地滚动,因为大小相同的轮子就是这样滚动的。在第二次实验的过程中,泰尔的反应表明,她正逐渐地接近ⅠB水平。她三次正确地指出了大小不同的轮子从指定的起始点启动时,最终所达到的目标的位置。然而,当实验者明确地指定了目标位置时,她却不能指出一个大小不同的轮子的正确起始位置。

兹华(5岁11个月) 他立即注意到支着两个大小不同的轮子的轴倾斜了,而带有大小相同的轮子的棍子(轴)是笔直的。然而,他仍然认为它们的运动轨迹将*是一样的,它仍然同样地滚动*。然后当目标在它的正前方而没有移至一边时,他设法使圆筒朝目标运动。他把大小不同的轮子正对着目标,*因为它们将笔直地走*。(尝试。)它拐弯了,*我不知道*。为什么?*因为它倾斜了。如果我推它,它就拐弯*。

然后，他做了九次尝试，每一次都从一个任意选择的不同位置来启动轮子，好像成功的主要标准就是他自己的技能。在他第二次实验的过程中，他回想起大小不同的轮子会*以这种或那种方式拐弯*，后来再做一些实验时，指出了正确的方向。然而，当他试图使这些轮子击中目标时，他一直将手放在它们上面，以使其保持正确的路线。显然他并未意识到在干什么。*它笔直地走！在你告诉我它拐弯时你是怎么使它笔直地走的？（也许）它确实拐弯了……我不知道*。他继续矫正偏差。当问到他如果只是推了一下轮子并且拿走尺子会发生什么情况时，他预言这个轮子先走一条笔直的路线，然后走一条环绕目标（它正对着起始点）的曲线。然而，他最终接受了这么一个事实：它拐弯了。

艾力（6岁7个月）　尽管事实上她已经6岁7个月了，但仍然认为这两个二轮器械都会笔直地走。当她看到实际发生的情况时，她感到惊讶。*它们在那里拐弯了*。在实验结束时，她仍然把大小不同的轮子放到目标的对面，好像所需要的一切只是一种熟练的动作。（当然，如果轮子在靠近目标处启动，就有可能击中目标。）

在ⅠA水平，儿童甚至难以将一个对称的物体瞄准一个不是位于他正前方的目标。事实上，丹安最初不能使球击中这样的目标，而泰布只是在第一次使他自己处于同球与目标成一条线的位置上之后才取得成功的。这种反应是这些受试者在所需动作和物体特性之间缺乏分化的第一个例子。

如果要求受试者使圆筒击中目标（不用尺子），那么这个问题会变得更为复杂，因为它只能在两个方向上滚动。所以，由于对称的原因，当目标与受试者成一条线时，比目标置于一边更容易些。圆筒类似于一个其边缘扩大了的轮子，或安装在一根轴干之上的两个轮子（因而类似于“大小相同的轮子”），所以不存在它的这一半比另一半转得更多的原因。然而，对于一个从知觉上对称的位置启动来说，它必须与将要瞄准的目标垂直。如果圆筒向受试者一边启动，然后再与受试者自己的位置发生相关，那么它的运动轨迹是倾斜的。所以，要想取得成功，受试者的动作必须要像他自己同圆筒和目标处于一条线上那样。对于这个情境的那些反应有两点是非常有趣的：第一是因为他的确（至少是在开始时）成功地击中了目标；第二是因为他确实不知道是如何做的，这样就不存在对于自己动作的认识（参见丹安和泰布）。

尺子的使用也造成了一个类似的问题。当被推的物体不与受试者和目标成一条线时，本实验中的那些发展最好的受试者握住尺子的一端，并完全像用球拍那样用它直接对着目标去打那个物体。然而，难以理解的是可以从尺子的任何位置开始，不管物体的朝向如何（它可能朝向一边，但不处于滚动的正确位置），人们总可能使尺子、物体和目标排列成一条线。

在这个水平（ⅠA），受试者非常习惯地使他们自己与物体和目标成一条线并推物体，而不是与尺子一端成一条线（这是重要的）；相反，他们用双手握尺，并与臆想的路线

成直角,就这样将物体导向目标(参见丹安、玛尔和琼斯)。尽管就其性质来说,这种反应是初级的,但它并未引起适当的理解。当向丹安问及为什么取得成功时,他先说不知道,然后只是说*因为*……玛尔并不认为她非常小心翼翼地使物体一直处于正确的笔直路线上,而是认为它需要力量:*我推得重*,等等。

当然,如果说对于对称物体的运动调节和后来的认识有很大困难的话,那么可以预言,对于锥形物或两个大小不同的轮子困难则更大。对于两个大小不同的轮子,人们至少会认为,这种看得见的不对称将导致儿童预测一条不规则的路线,而这实际上也是ⅠB水平的情况。然而,在ⅠA水平,儿童甚至对于对称物体都有困难,而且似乎连想都没想到锥形物和大小不同的轮子可能比对称物体更困难些。他们试图将通过观察对称物体发现的那些过程应用于不对称物体,也就是说,他们或者用手将它们径直地向目标推,或者通过用那把放得与那条被认为是笔直的路线成直角的尺子去推物体。那么,儿童是怎样来解释那条弯曲的运动轨迹的呢?他们把这条弯曲的运动轨迹归因于物体的特性还是自己动作的失败?

事实上,他们根本不去区分这些因素。从理论的观点来看,这是有趣的,因为它表明,在认识尚未完善的水平,对于物体特性之正确的观察可能伴随动作之于这个物体的不正确的观察,这时候,这两种因素尚未分化。丹安注意到粉笔拐了弯,但他既不知道它为什么拐弯,也不知道他推得是否正确。玛尔认为,锥形物之所以拐弯,不仅因为她没有适当地推它,而且也*因为它在地板上*(在地上而不是在桌子上),她认为这个因素使任务更难完成。泰布认为他没有用与推圆筒形的电池一样的方式去推粉笔,但后来他却把电池之笔直的行走路线归因于*它比较大*这一事实。然而,在新的尝试期间,他在物体的作用和他承认的动作作用之间几乎没有做出什么分化,以至于粉笔、圆筒和球将都能径直地行走。琼斯和泰尔具有相同的反应,泰尔将他刚刚看到的对称物体的情况用于不对称物体。尽管艾力亲眼看到了明显的事实,但她还是将不对称物体放到了目标的前面,她显然认为所需要的一切只是技巧较高的动作。最后,兹华做出了非同一般的论证,对此值得另加分析。

所有这些儿童早晚(最迟到ⅡA水平)都将发现一种使不对称物体击中目标的确实可靠的办法:他们或者将手,或者将尺子始终放在它们上面,这样他们就能在走向目标的过程中纠正运动轨迹。这便构成一种调整,因为它通过相反方向的补偿抵消了偏离。然而,在这个特定的情况下,不断造成相同偏离的只有一个物体,因而受试者便能持续地加以纠正以形成那条想要的运动轨迹。兹华对于他所做的一切是如此缺乏认识,以至于兴高采烈地叫了起来:*它笔直地走*!而且,在实验者要求他用尺子重重地推(这时他才被迫观察了弯曲的运动轨迹)它们之前,他并不知道大小不同的轮子运行的是一条曲线。

概括地说,在ⅠA水平有三个主要的发现:

(a) 当受试者本人、物体和目标不在一条直线上时,受试者难以使物体击中目标。

(b) 在对情境的认识方面，存在着一种完全并非偶然的困难，而且概念化的水平一直低于实践结果的水平。

(c) 在对物体之观察和对动作（不管这些动作是否正确）之观察之间缺乏分化，尽管物体的每一种运动都是其特性与受试者自己动作相互作用的结果。

这些困难可能来源于实践材料的复杂性。所以我们又给10名5—8岁的受试者做了另一个涉及球（有时是尺子）的比较简单的实验。当然，ⅠA水平的受试者在这个实验中对于解决办法的发现要快于有圆筒的那个实验。但是，在球、受试者和目标不在一条线上时，他们还是有相同的困难。

例子（ⅠA水平，比较简单的情境）

考尔（5岁3个月） 一开始他径直向目标（鹅卵石）推这个球，但用了两只手。只用一只手怎么样呢？*你推它*。如果球在这里（右边）呢？（两次未击中。）为什么没击中它呢？*我不能做到*。那么用这根木棍呢？*它没法做*。（把目标挪得离受试者更近一些，然后他成功了。）如果这个大球（目标）在这里（慢慢地移向一边）呢？（考尔使尺子与运动轨迹垂直，尺子的中间在球的对面，结果未击中目标。）*我以错误的方式放这根木棍*，等等。在成功地击中目标之后，考尔试图将这一过程用图表示出来：他画出了球与目标。但当他开始用自己的动作将它们连为一体的时候，他只是画了这把尺子（纵长地）将两者连接起来。

革厄（5岁10个月） 她的反应与考尔相似。在用这根木棍最终取得成功之后，她的图示也表明了球以及目标的位置。然而，她画的尺子与桌子的边缘是平行的，她首先从画球开始，然后画这把尺子的活动端、尺子的最初位置和目标之间木棍的路线，好像尺子在原点没有拐弯，而只是向前运动了似的，因此，要达到目标就需要走一条迂回的路线。

显然，在这种情境中的成功只会像在主体实验中一样，经过相同时期的尝试与错误之后才会发生，而且，这种比较简单的情境可能不再立即导致对所发生情况的认知。

ⅠB水平

在该水平，儿童确实预言了对称与不对称物体将发生不同的运动。他们为什么能作出这种预言呢？而且，这一正确的预言是如何修正儿童对动作的认知以及对自己的动作与物体之间关系的认识呢？

例子

米斯(5岁3个月) 尽管只有5岁多,但他能对大小相同的轮子会笔直地运动作出预言。但是另外一些轮子是由*拖拉机的一个后轮与一个前轮*构成的,它们会朝旁边滚动。它们会走到哪里呢? *拖拉机的后面,那里*(大轮子的旁边)。如果要求他用尺子把物体推向目标,与ⅠA水平的受试者不同,他顺着想要走的运动路线的方向握着尺子(尺子遂成为运动路线的延长线),将其一端顶在两个轮子之间的轴的中间。然后,尽管他就大小不同的轮子作了种种预言,但他仍然把它们放在目标的正对面,并完全用处理大小相同的轮子的方法对付这种情况。这和你以前推的方式一样吗? *一样,它到那里了*(在一条直线上)。然后,米斯推轮子,而且每一次他都发现它们偏离了路线。他再一次使这根轴与目标成直角,这样就矫正了原来的运动轨迹。它做了些什么? *它转圈*。你记得你的图示(证明大小不同的轮子转到大轮子一边)吗? *记得,跟那次一样,它笔直地走,然后拐弯了*(不是他以前说的)。在第二次实验过程中,他回想起非对称的轮子转(以相反的方向转到他一开始预言的地方)到哪一边去了。*这一个拐弯,因为在这里*(大直径)*它比较大,而在这里*(小直径)*它比较小*。然而,为了使它击中目标,他八次纠正了运动轨迹,因为*只是一推是不行的*(成功)。但他对不倒翁的运动轨迹只纠正了一次。

拉吴(5岁8个月) 他也预言大小不同的轮子将会倾斜着拐弯,甚至指出了正确的方向,*因为这个大轮子使它拐弯*。然而,他却又进一步说明,大小相同的轮子*有时会迅速笔直地离去,有时它们又转向左边或右边*。要使它们击中目标,*你得用很大的力滚动它们*。如果把对称物体放在靠近拉吴的一边,那么他就会取得成功,但也存在一些困难。他通过转动木棍(这时与轴平行)使之朝向目标。你做了些什么? *我从那里击它*。*我转动了木棍*(正确的认识)。然而,他把大小不同的轮子放于目标的对面,然后纠正运动的轨迹以补偿偏差。在第二次实验的过程中,他回想一开始所做的观察:*这一个*(大小相同的轮子)*笔直地滚动,那一个*(大小不同的轮子)*拐弯*,它有时笔直地走,有时会拐弯。尽管有着这一倾向性的概念化,但他还是把大小不同的轮子放得与桌边平行(这样就形成了正确的曲线),并且轻轻地碰击它们一下,使之击中与他自己不在同一直线上的目标。另外,即使在描述截头圆锥体(平放而不是直立)时,他也发现,*它的一边低,而另一边高*,并坚持把截头圆锥体放在目标的正对面,好像它会沿一条笔直的路线运动。当运用两个圆筒(除重量外完全相同)时,他推那个轻的,并立即得出结论:*轻圆筒笔直地走,重圆筒拐弯*。(他没有用后者尝试。)给他截头圆锥体,他也先起动那个轻的,并宣称,*因为这个轻截头圆锥体不重,它会拐弯*。你选哪一个来击中目标呢? *这个重的,因为它笔直地走*。在未击中目标之后,他着实重重地扔它,并击中了目标。

耐特(6岁3个月) 她通过转动尺子让球击中了目标(这两个物体一开始并不在一条直线上),并且对她的所作所为作了解释。对于圆筒,她感到更加困难,但通过运用同样的原理,她便克服了困难,并且预言粉笔将会拐弯:*也许如果我像那样(像对圆筒)做,它就能拐弯。*(她这样做了。)实验者将粉笔转动一下,耐特非常惊奇地发现,现在粉笔可以以另一种方式拐弯。她检验了三次,得出结论说:*因为我推那里*(拐弯的一边)。但她仍然将粉笔放在目标的对面,显然,她是在臆想一条笔直的运动轨迹。

皮依(6岁整) 开始时他做出典型的ⅠA水平的反应,并坚持认为,与对称的物体一样,非对称的物体会以一条笔直的直线滚动。然而,实验者却把他归于ⅠB水平,因为在第二次实验结束时,他已经发现了碰撞点(ⅡA水平才能认识到)所发挥的作用。皮依在发现了大小不同的轮子会走一条曲线以及用已经描述过的方式(补偿偏差)来纠正它们的运动轨迹之后,又发现如果让尺子在靠近小轮子的地方去碰撞轴干,那么这个器械就会靠近目标;如果碰撞点在轴的中部,那么这个器械就会偏离目标。在第二次实验的过程中,他不但使这个器械击中目标(尽管不是每次都击中,因为他还不能非常准确地预言这条弯曲的运动轨迹),而且(这不是同样的情况,这一点我们以后将要看到),和ⅡA水平的受试者一样,他预言了目标的位置——这个目标必须是大小不同的轮子,从特定起始位置出发最终能够达到的。

依沙(6岁1个月) 她立即预言大小不同的轮子像大小相同的轮子一样不会以同样的方式向前运动,这是由于*轮子大*。但是,她随后依然将不对称的器械放在目标的正对面,并且纠正了种种偏差。在第二次实验的过程中,她回想起这些偏差并画出了靠近小轮子的曲线。即便在她实际上试图击中目标时,她也仍在继续补偿这些偏差。她在不倒翁情境中的反应是类似的。是什么使不倒翁拐了弯?*我扔的方式。*如果你用手推呢?*那是我的手。*如果我推呢?*它也拐弯。*如果我把它放到这块木头上面,或者木头是倾斜的,那么将会出现什么情况呢?*它会直着走。*(尝试。)*它拐弯了。*为什么?*那是不倒翁!*

这些五六岁的儿童(他们不同于ⅠA水平的那些受试者)为什么预测那两个二轮装置将沿相同的路线运行?在回答这个问题之前,我们必须强调,这种预测仍然是笼统的。米斯认为,那个大轮子将使轴干向它的这边拐弯,而拉吴则说它将使轴干向另一边拐(这些是正确的,但无疑对之并未理解)。不管是耐特还是依沙,他们都不能说出它将拐向哪一边,而拉吴则认为,大小相同的轮子也能自发地走曲线。所有这些受试者都开始于将大小不同的轮子与目标放成一条线(这种情况所持续的时间对不同的受试者来说是不同的),然后再纠正其运动路线。

现在我们便回到在这个年龄为什么可能有这种预测的问题上来。其答案同两个因素有关。第一,早在ⅠA水平,儿童就很注意对称、不对称运动,以及在进行所要求的动作时的感知运动机制和他自己的位置(例如,儿童将自己置于与目标正对的位置)。所

以,相当年幼的儿童不仅注意到大小相同的轮子的对称性和可以清楚地看到大小不同的轮子的不对称性,而且还会想象到,虽然它们同时滚动,大小不同的轮子中的那个大轮子的路线将不同于那个小的,不倒翁的顶部(直径较大)的运行路线也将不同于底部(直径较短),这是相当自然的事情。对于这种笼统的不一致的观察怎样才能导致儿童预测对称的和不对称的物体之运动路线不相同?

第二,在一个包括改变位于扁平木条长边上的压点来推动并旋转这根木条的实验中(该实验也是由依斯倍尔·弗鲁格-杰纽克斯进行的),处于与此相同的ⅠB水平的受试者(5岁6个月至6岁)立即预测,如果在压点位于木板长边之中点时推它,*它将笔直地走*;但是,如果压点位于比较接近长边的一端,那么*它将转动*。这仅仅是一种关于对称的非常基本的概念,因此,"中点=被推的这一边的两个部分相等=延伸推力的平移","碰击旁边=被推边的两个部分不等=转动"。阻力等动力发挥的作用是如此之微小,所以儿童认为,如果压点在长边的中部,那么三角形的木板或在其中部有一个大孔的木条会笔直地向前走,似乎最重要的是推它的边这么一个动作,以及压点的位置(在中间或在一边)。

早先的这些发现引出了关于儿童难以预测对称和不对称物体之不同运动路线的另一个问题。这种预测的基础是动力学的理解(包括碰撞和强度)吗?如果是的话,那么我们可以认为,出现正确预测的时间要晚得多。它的基础仅仅是刚刚描述过的那种类型的笼统相等吗?如果这样,那么儿童就会使对称等同于平移,使不对称等同于偏离和转动。

在这里,两种发现清楚地显示了这个问题。首先,尽管受试者做出了预测,但他们还是对称地将那些不对称的物体与目标放成一线,并迫使它们以直线行走。其次(这一点更为重要),由于有认识方面的困难,所以在解释物体偏离之原因时,他们就不去区分自己动作的作用和物体特性的作用。正像我们已经指出过的那样,在儿童做出预测和对不对称物体之弯曲路线进行观察的时候,这个水平的受试者毫不犹豫地将这样的一个物体放在正对目标的地方,然后说它将径直地走向目标。事实上,这是一种表面的前后矛盾。在由这些物体的不对称性引起的偏离构成它们的特性之必然的结果时,它才是真正的前后不一致。与此相反,如果儿童认为,这些偏离是推的动作之部分的结果,那么他可能随后就会认为不对称性的结果能够通过一个对称的情境来加以纠正。换言之,将这器械放在与目标成一条线的地方将补偿其对称性的缺乏,这样就造成一种迫使它笔直地走的情形。此后,在对每一个偏离加以补偿时,受试者只是进一步促成这个目的。儿童不仅修正物体的行走路线,而且还调整并纠正动作本身,从而便造成了物体的运动。

因此,从这些发现中产生的中心问题是,在对于不对称物体运动之偏离的概念化方面,受试者认为的物体所发挥的作用和他自己的动作所发挥的作用。在这个方面,与依沙最后的对话是非常有启发作用的:不倒翁之所以拐弯,是因为*我扔的方式*,而且,如果

实验者做出这个动作，出于同样的原因，它将转动。然而她强调，不倒翁将从一块倾斜的木板上笔直地滚下来；只是在她看到情况并非如此时，她才理解了旋转和物体特性之间的必然联系。同样，拉吴相信，大小相同的轮子滚动的路线决定了它们拐弯或笔直地走（他显然没有考虑碰撞点）。在他用不对称物体重新尝试，并且说它有时笔直地走，有时会拐弯时，他显然认为除物体之不对称性之外，动作也发挥了作用。耐特的反应与之相同。简言之，由于对他们自己动作的认识水平还不够高，所以，虽然这些受试者意识到了动作和物体之间的相互作用，但他们却不能区分主体的作用和客体的作用，因而在他们的行为中便出现了一些明显矛盾的方面。

在那个仅仅包括一个球、一把尺子和一个目标的比较简单的实验中，儿童显然意识到了尺子的旋转，然后便意识到，在接触球时，尺子的位置是垂直的。儿童在这个实验中的意识的程度要高于本主体实验。

例子（ⅠB水平，比较简单的情境）

艾塔（5岁10个月） 开始时他未击中目标。当要求他描述一下他的动作时，他先将握在手中的尺子的另一端直接指向目标（目标与球位于他的同一边），然后，他分两个阶段使尺子倾斜，以便能够把球推到旁边，但没有恰当地瞄准。在击中目标之后，他随之画出了这些阶段，但是尺子最终与通向目标的路线相垂直。

然而，这种动作方面的成功与精确的认识必须与上面所回想起的行为联系起来考虑。上述行为是指一个物体根据压点的位置不同而做出的平移或旋转。在这里，尽管在尺子与球接触之前它就转动了。

ⅡA水平

这个水平的受试者能够运用不对称物体的旋转，理解碰撞点所发挥的作用，而且能够预言（当大小不同的轮子处于特定起始点时）放置目标的正确位置。令人非常奇怪的是，如果确定了目标的位置，那么这些受试者仍然难以选择不对称物体的正确起始位置，并画出其运动轨迹。这是因为受试者不能把握可逆性或弯曲的运动轨迹的恒定的本质（勉强的规律性）。

例子

尼克（7岁3个月） 根据碰撞点，他预言了对称物体与不对称物体的偏差。例如，他在最初对大小相同的轮子进行尝试之后说，以前，我击那里，而现在在这里

（指碰撞点）。一开始，他拒绝用大小不同的轮子击中目标的尝试：*它不能走也不能击（目标），因为它一直在转*。然而，他最终从不同的起始点连续成功了两次。然后他把器械放在目标的对面，并且显示如何通过使碰撞点靠近小轮子而抵消偏差。

费尔（7 岁 11 个月） 他在开始时说，*那些*（不对称的）*转圈*，*而那些*（对称的）*笔直地走*。他正确地预言了从多个起始位置出发的大小不同轮子的路线，但是他一开始时说，想确定它们是否会击中目标是不可能的，这只是因为这些曲线的弧度可大也可小。继而他通过在比较接近目标的地方启动它们，或通过补偿偏差而成功地使它们击中了目标。然而，他不相信（从目标出发的）沿相反的路线会回到原来的起点上。

阿拉（8 岁整） 对他来说，不对称的物体会偏离，*因为它有一个*（比另一个）*更大的轮子，它能拐弯*。它能够或者总得拐弯吗？*它一定得拐弯*。（他正确地指出了方向。）他认为，对称的物体也会根据碰撞点的位置而拐弯。*这要视情况而定，因为如果我推这里*（向一边），*它就可以转动一点*。为了达到一个跟他在同一边的目标，他使大小相同的轮子与自己成一条直线，然后把大小不同的轮子放在远一点的地方，错误地认为他已经形成了一条完备的曲线。你怎么能肯定你将击中它呢？*你能调整它*（尽管仍是补偿，但这一次显然意识到了过程）。然而，他认为，对于一个特定的起始点来讲，物体并不总是到达同一个位置。*不对，因为你不知道它将走到这里还是那里*。大小相同的轮子怎么样呢？*对，因为它们会笔直地走*。有某种保证它们到达那里的方式吗？（实验者拿掉目标。）（阿拉把这个对称的物体放得与桌子的边缘平行，然后指出了目标的正确位置。）如果我把它（目标）放在那里呢？（阿拉把轮子放得非常靠近目标，但不能找出另一个远离目标的起始位置。）

巴尔（8 岁 4 个月） 他也能为一个特定的不对称轮子的起始点树一个目标，但只是在许多次的尝试之后他才完全以另外一种方式取得成功。

罗特（8 岁 2 个月） 他立即证实不对称物体会拐弯的方式，并且考虑对称物体的碰撞点。为他确定一个目标，他不是把大小不同的轮子放得与目标成一条直线，而是远离旁边（与桌子的边缘平行）。为什么你把它们放在那里？*我认为它会像以前那样拐弯*。由于他没有预测正确的曲线，因而他把轮子放在其他某个地方并推它们，但不够用力。然后他使物体沿运动轨迹折回，回到原来的起始位置，因此，他便用力地推它，它击中了目标。然而，这种动作（可逆性的简单显示）只是使他能够发现他所选定的起始位置，而没有赋予他根据目标决定起点的观念。但是，这一反应确实表明儿童正在按照这一假设行动，即相同的起始位置会导致相同的路线，但是却仍然缺乏相应的概念化。当开始运用重的与轻的截头圆锥体时，罗特说，后者会比前者走得更远，但是，它们的运动轨迹将会是相同的。

拉尔（8 岁 5 个月） 她看到了电池的方向会随着碰撞点的不同而变化，在回答实验者的问题（"当你扔它时，它能弯曲地或呈'之'字形运动吗？"）时，她说，不。

(她考虑。)你在想什么？*如果我们不是故意地使它这样做的话，它是否可以弯曲地或呈“之”字形运动？*这个不倒翁(截头圆锥体)怎么样呢？*它那里比较小，而那里比较大，所以它转了一个圈*(拐弯)。尽管这样，拉尔仍试图使它笔直地走。但是当实验者把它旋转180度，而且拉尔发现如果有人推它，它就以相反的方向运动时，她大笑并且惊呼，*那不对！*她显然发现了所描绘的不倒翁的曲线与推的动作全然无关。然后，她使不倒翁以曲线行走，并成功地击中了目标。

派斯(8岁6个月)　他预言不对称的物体将要拐弯的方向，*因为大轮子在这一边*。目标确定以后，他将大小不同的轮子放得与目标成一条直线，但是他选择了一个靠近小轮子的碰撞点。*如果我击那里，它就会走到那里，它可以稍微笔直地走。你会看到*。(没有击中。)*因为我向那里稍微*(过多地)*推了一下*(尚不足以达到那边)。他又做了一次，这一次碰撞点比较接近轴的边缘，但仍然没有击中。然后，他正确地确定了碰撞点的位置，并沿着一个斜角击它，结果成功了。这样，他便认为，受试者所选取的路线依赖于碰撞点的位置、推的力量以及起点的位置。然而，当询问关于形状相同而重量不等的物体的情况时，他说它们会沿着同样的路线运动，但是轻的物体比重的物体走得更远一些。

ⅠB水平的受试者和ⅡA水平的受试者之间的巨大差别是，后者不仅预测不对称物体将不以直线运行(他们始终将它们与目标放在一条直线上，似乎偏离部分地是由他们自己的动作造成的，因此也能由他们的动作加以纠正)，而且他们还认识到，这些偏离是不可避免的(阿拉说，*它一定得*)，并立即说出物体拐弯的路线(派斯说，*因为大轮子在这一边*)。这些儿童中的大多数人在放置物体时很快地就发现怎样才能形成弯曲的路线，所以他们便不再将它与目标放在一条线上。大家都看到，尼克和费尔在开始时甚至拒绝用大小不同的轮子尝试，这恰恰是因为在他们明白这种情况下如何利用曲线之前他们认识到曲线使这个问题复杂化了。虽然有些受试者仍然将不对称物体与目标放成一线，然后再纠正偏差，但他们这么做是由于一个特别的原因。尼克试图更改碰撞点以补偿偏差；而在实验者向阿拉问及怎样才能确保击中目标时，他回答说，你能调整它(在必要时)——这表明，同年幼的受试者不同，他清楚地意识到在纠正物体之运动路线时他干了些什么。

虽然这些受试者表现出清楚地理解了偏离的性质和必然性，但这还没有使他们理解，对于一个特定的起始位置来说，只可能有一条运动路线。在对物体的运动进行反省思考时，这个水平的儿童(比上个水平的儿童更接近于)考虑到他们自己动作的作用和物体本身之特性的作用，并且发现碰撞点也是重要的。这使他们认为，如果物体的路线依赖于碰撞点，那就不可能确保从给定的完全相同的起点出发，运动轨迹不被修改。此外，持续弯曲的运动轨迹显然比笔直的运动轨迹更难被想象为必然的。费尔说，不知道这曲线的弧度是大还是小，阿拉说*你不知道它*(不对称的器械)*将走到这里还是那里*，但那个对称的轮子笔直地走。

如果儿童没有认识到在一个方面只可能有一条运动轨迹,那么可以预言,他们将不理解运动轨迹的可逆性(费尔和其他人)。然而,罗特通过将一个物体顺着它来的路向后滚动使它返回到了起点,但这样做只使他想起了他开始时放置它的地方,而丝毫没有想到,物体在返回时必然沿着相同的运动路线。

这种可逆性的缺乏无疑解释了一种在这个水平上经常看到的令人难以理解的行为。受试者发现,如果给定不对称物体的起始位置,那么确定其终点位置要比在给定目标地点的情况下确定其起始位置容易些。这两类问题从逻辑上讲是同等的,而且,由于儿童会考虑,对于一个给定的起点来说,可能存在着不止一条运动轨迹,所以,这两个问题看来其难度是相同的。然而,从心理学的观点来看,情况并非如此。一旦起点给定,那么儿童只需向前延伸预测的运动,即使将后者想象为可以变化的,事情也是这样,他认为判断那最可能的终点是合理的。相反,如果给定目标并要求儿童确定适当的起点,那就有两种可能的办法。他能够努力想象一系列的可能的位置并选择一个最好的,对于具体运算水平而不是假想演绎运算水平来说,这不是一件容易的事。他或者能够从目标出发并想象向起点返回的路线。这第二种方法蕴含着运动路线可逆性之把握,因而对于这个水平的受试者来说是不可理解的(但是,就像将要看到的那样,后来就成为可理解的了)。①

总之,这个水平的受试者能够较好地把握由他们自己的动作和物体之特性所造成的对称物体和不对称物体的运动情况。对于对称物体,受试者现在注意了碰撞点,而且很好地意识到,如果你从中部推这样的物体,那么它笔直地走;如果你推它的边,那么它将转弯。如果实验者要求他们在推扁平木条时改变碰撞点,ⅠB水平的受试者注意到了这一点,但他们根本不去思考它(其中6岁的皮依是一个例外,他自发地注意了它)。对于不对称物体,受试者现在知道它们肯定沿一条弯曲的运动轨迹运行,他们能知道原因并指出曲线的方向。这样,他们便发现了自己动作的结果和物体特性所造成的结果之间的分界线。这个进步肯定是对他们自己动作之较好认识的结果,这是一种改善了的因果关系理解,也是对物体比较精确的观察。拉尔(当时她刚刚达到ⅡA水平)显示了对于物体之比较精确的观察是如何同对于动作之精确的认识联系起来的。出于对圆筒形盒子可能的偏离的怀疑,她自发地对动作所起的作用感到惊奇,并询问圆筒是否会(自动地)偏离路线而沿着曲线运行(我们不是故意使它这样的),即人们是否能够修改"自然的"运动轨迹。阿拉在纠正不对称轮子之偏离时说,*你能调整它*,显示他已经解决了这个问题。他显然在思考那条由物体之运动"自然"地描绘出来的曲线,并立即理解

① 这种可逆性的缺乏使儿童看到物体将沿着它来的路线返回,它表明了那种由单程方案(这已经在许多实验中注意到)组成的"半逻辑"的形成。第一个一半尚未由第二个一半完成,其意思是,(在这个例子中)儿童将认识到,走向目标的动作是可逆的。在直线的运动轨迹方面,这种功能性的半逻辑出现在ⅠB水平。事实上,它在第Ⅱ阶段时将再出现。这一事实可以通过弯曲的运动轨迹比较复杂地加以解释。

到，动作所造成的补偿也是同后者而不仅仅是同物体相联系的。于是，这个水平展示了动作认识方面的显著进步，而这个进步明显地同对物体之比较精确的观察联系在一起。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

在这个实验中，受试者表现出来的进步通常是相当缓慢的，有几个8岁、9岁甚至10岁的儿童甚至归于ⅡA水平。下面是关于一个儿童的例子，这个儿童处于ⅡA水平和最后的第Ⅲ阶段之间的ⅡB水平，在这个水平，儿童理解并自发地运用他对于弯曲的运动轨迹之可逆性的把握。

例子（ⅡB水平）

戴恩（10岁8个月） 他预言在两个不对称的轮子中，那个小轮子运动的曲线是一个小圆圈；而那个大轮子运动的曲线则是一个环绕第一个圆圈的大圆圈，换言之，*即一条环绕小圆圈的路线*。它们转的圈数相同吗？*是的，圈数相同*。如果他试图使这个装置到达目标，那么他就不能在与目标成适当角度处（太小）启动它。当描绘了一个弧形的轨迹之后，他便使它返回到起点。他这样做了数次，未作任何修整。你认为你会到达目标吗？*是的，但我们得等很长一段时间*，因为我认为轮子向上转了一点。换句话说，戴恩并没有把握运动轨迹的可逆性，他相信，如果他长时间地继续他目前所做的事情，那么物体所经过的曲线的弧度就会变得越来越小，这样，轮子最终会击中目标。难道你认为它不会返回到原来的位置吗？*是的，因为我认为它会上升一点*（高度）。然而，对于只有一个方向（如果戴恩从原来的起点再次启动这个物体的话）的运动轨迹来说，它会*沿着同样的路线走，但不完全一样*（轻微变化的可能性）。戴恩在为这些大小不同的轮子确定了一个起点之后，至于确立目标，他是没有困难的，这样他就会击中它（正如ⅡA水平）。如果把目标放置好了，要求他给物体找一个适当的起点，那么戴恩就会想到从目标处开始，并且推断它的运动轨迹，这便是可逆性的一个开端，但事实上他或许只是从思想上反过来考虑从前对问题的反应。第二天，他没有再现这个正确的解决办法，并且得需要提醒这一点。然而，当时他却把它应用于截头圆锥体的情境中。

比较上面与下面的例子是有趣的，下面的例子是第Ⅲ阶段的特点。

例子（第Ⅲ阶段）

考依（10岁1个月） 他已经预言了不对称物体运动的曲线，将这个物体远远

地放在目标的左下方，然后推它。物体滚动到目标附近，但留下了一条弧度比预言的更小的曲线。然后，考依拿着物体，让它接触到目标，并且朝着起点往回拉一下。他再一次从这个新的起点向目标推动物体，并击中了目标，他重复了这一过程。随后，实验者推动这个物体，用一条直线标出其运动轨迹。如果我要它回来，它会沿着同样的路线运动吗？*那要看你怎么击它。*（他显示可能的微小偏差。）如果你小心地扔呢？*那将是一样的*。

所以，在ⅡA水平，受试者怀疑给定起始位置之运动轨迹的恒定性，而且几乎没有可逆性的概念。ⅡB水平在两个方面都有了进步，而这两个方面是不对称轮子两种旋转的结果。事实上，戴恩的解释是有趣的。他说，小轮子走小圈，而大轮子则走相同圈数的同心大圆圈。然而，这种进步（它肯定导致恒定性的把握）还不足以导致清楚地理解可逆性。戴恩自发地使轮子从他选定的起点（前后）来回地走动，然而他做出了如下的评论：曲线弧度小，这样轮子最终将击中目标。这表明他实际上认为运动轨迹不是可逆的。然而，考依从一开始便认识到它们是可逆的，他甚至利用这个事实去发现物体的一个适当的起点。

这样，通过缓慢的、完全渐进的过程，最终便在最初没有意识到的动作（尽管这些动作成功地击中了目标）和物体特性之原因的性质之间作了分化。这种原因的性质作为运算的一种结果而被逐渐同化，而运算产生于最初的、同样是没有被意识到的那些动作，这些动作由于儿童改善了对物体的观察而越来越被意识到。由于儿童更清楚他实际做了些什么，所以他能看清动作造成了什么，因而就能推断出那些必定是物体本身特性之结果的东西。

第九章 牵引长方形小盒[①]

本书所述的实验都牵涉儿童的实践智慧行为及儿童对它们的认识。选择这些实验都以这样一个现实为基础：儿童在日常生活中会以这种或那种形式遇到它们（这与研究工作中把更具有设计性的任务变为工具行为模式是不同的），因此，本章所讨论的问题看起来非常合适。实验要求儿童用绳牵引一个长方形的小盒，绳系在小盒上，小盒置于一块长条木板上；拉盒子时不能让盒子从板上掉下来；儿童沿板边走的时候可用一根小棍导向小盒，就像成人拉纤拖船一样。此项任务毫不复杂，七八岁或其以上的儿童都完全可以成功，年幼的儿童也能够做到这一点。然而，这一情境却为我们研究认识的不同水平（及由此产生的不同水平的概念化）提供一个极好的机会，这一切都发生在第Ⅲ阶段之前（约11岁）。第Ⅲ阶段的受试者可以充分意识到所发生的一切，这不同于年幼的儿童，年幼的儿童对这一情境的概念化显然是不适当的。

在情境Ⅰ中，给儿童一个长方形小盒，要求儿童把盒子从长桌的一端拉到另一端。长桌的两边靠着墙，这样儿童就不能站在长桌的另一端用直线拉盒子（见图3）。开始时，他可以用手，然后他必须在本人不接触小盒的情况下使小盒运动。他可以用现成的绳或小棍使盒子运动。在情境Ⅱ中，把一块木板横搭在两把椅子背上，其高度要不能使儿童看到木板的整个表面，亦不能使儿童的手够到它。然后把小盒放到木板上（此时木板看上去像一个架子），儿童必须使用绳或木棍使盒子在板上运动，同时又不能让盒子从板上掉下来。在最后的情境Ⅲ中，实验者在地面上画一个“湖”或一条“宽的河”，要求儿童站在“湖”的一边，把小盒从“湖”的一岸拉到另一岸，但小盒不能触到“岸边”，儿童不能走到“湖”或“河”中去。（“不要把你的脚放到水中。”）还不允许儿童站在对“岸”。在完成每项任务之后，要求受试者描述一下他的操作，并要求他说明是怎么做的以及为什么要那样做，既可以口头描述，也可以用绘图表示。如有必要，可以由实验者完成这些动作，并要求儿童说出实验者是如何做的，以及如何纠正实验者故意产生的那些差错。

这个特定实验旨在考察儿童是如何想象他的手、小盒以及绳子的运动轨迹的。在运动过程中他如何区分这三者？他对此种动作和三种不同运动轨迹的认识水平是什么？(a) 他的手（或他本人）的运动轨迹应尽可能地靠近或平行于桌边。(b) 刚开始时

---

① 与克里斯坦·克里厄林(Christian Gillieron)合作。

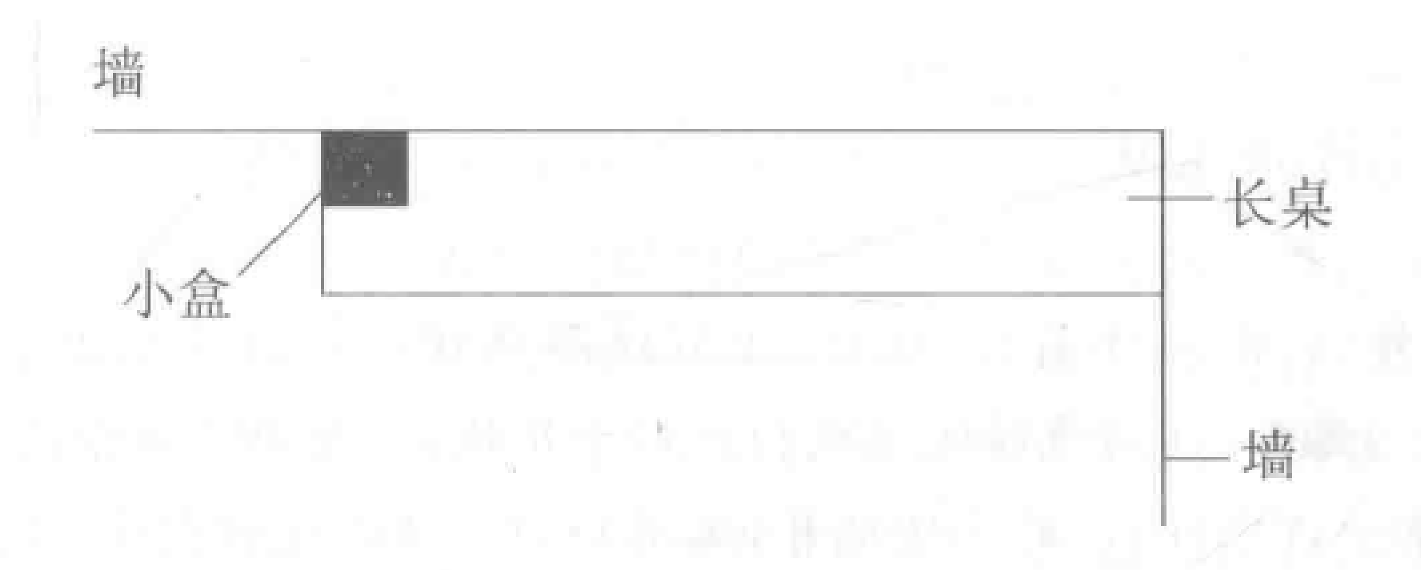


图 3

绳子和盒子的运动轨迹应成宽角(\);在手向前拉时,此角逐渐变小(—)(第Ⅲ阶段的受试者可以准确观察到这个问题)。(c) 如果受试者不注意这些必要的预防办法,那么小盒就只是随着绳跑,而且很快便会从板上掉下来。发展较好的儿童不会让小盒很快掉下来,而是让小盒沿着一条曲线逐渐接近端点,但最终还会掉下来。那些力图不让小盒从桌子上或板上掉下来,或不使它翻入"河"中的儿童(他们或者用棍推,或者用绳拉)都以弧线开始,然后沿着一条与桌边、板边或岸边平行的直线拉盒子。

第Ⅰ阶段和ⅡA水平

例子(ⅠA 水平)

耐特(4 岁) 她沿着桌子用绳拉盒子,但用手防止小盒掉下来。当她设法在板上拉小盒时,她说,它快要掉下来了,然后放弃用绳拉,而直接用手去推。在处理河的情境时也一样。她的绘画显示小盒笔直地向前走,并用一条越出河的斜线代表绳子。当要求她说出在小盒眼看要从板上掉下来的情况下绳的情况怎么样时,她画了一条与板面垂直的线。

卡尔(5 岁) 开始时他用棍子直着推盒子。当他设法用绳拉时,盒子被拉到接近桌边的地方并将要掉下来。为什么?你认为是怎么回事?*因为盒子比绳短。*(他肯定是指对盒子来说,绳子太短了!)它该是什么样儿呢?*更大的。*我要来试一试,你告诉我做些什么。(尝试。)*绳子要长些。*(实验者把绳子加长。)*你应该直着拉。*(盒子接近桌边。)*把它直着拉!*(盒子到了桌边。)你能告诉我怎么做才能让它直着走吗?*不能。*他画出了一条笔直的运动轨迹代表绳子,并在该线的延长线外标出手的位置。

上述受试者和ⅠB水平的受试者之间的唯一区别在于,后者画出的盒子的运动轨迹是一条朝向桌边的倾斜的直线。但只有当盒子快掉下来时,他们才会这样做。

例子(ⅠB水平)

玛特(5岁11个月) 他说,*你不能那样放……你应让盒子抵住墙*。(盒子抵住了墙。)然而,直到最后他才成功。对于情境Ⅰ,他画了两条直线代表盒子和他自己(与桌子边平行)。对于情境Ⅱ,他用斜的运动轨迹拉盒子,盒子的两个角稍微拉出板边。对于情境Ⅲ(他能自始至终地看到盒子),他把盒子朝"湖"边呈直角地拐了个弯。

佛尔(6岁1个月) 他开始在离桌子边一定距离处用手推盒子,结果盒子掉下来了。然后他加长了绳子,并使自己的手靠近桌子边。最后他又加长了绳子,而且手更靠近桌子。实验者模仿他最后的方法,但佛尔不能解释盒子为什么会掉下来。然而,在他的绘画中,他标出了盒子的两个位置,其中一个比另一个更靠近桌子边,手的运动路线也与桌子边平行(它直线运行),绳总是处于非常倾斜的位置。(他没有考虑如何改变他的实际动作。)

艾赛(6岁) 在情境Ⅱ中,在盒子没掉下来时,她拉盒子的路线与板边平行;在盒子快掉下来时,盒子的路线则为斜线。在后一种情况下,她呈直角地拉,盒子虽仍在板上,但已稍微越出了板边。盒子的这种位置最终是由拐弯引起的,没有迹象表明这是由她拉盒子的路线造成的。在情境Ⅲ中,她拉盒子的运动轨迹是朝向岸边运行的一条斜线。

格恩(6岁) 在情境Ⅱ中,她提出了一个聪明的建议,*你紧靠板边拉*,她的手和盒子的运动轨迹是两条平行线,而绳子的运动轨迹是一条稍微倾斜的直线。当看到盒子快要掉下来时,她先斜着拉盒子,然后改变主意,并平行地拉,这样就突然地拉了个直角,并与最初的路线垂直,仿佛盒子忽然转了个弯,掉下去了一样。

因此,这些受试者认为,如果把盒子拉得恰当(直线),它会保持在板的中间,并继续沿直线运行;如果拉得不恰当,盒子就会掉下来。然而,他们的动作要比这一简单的概念更微妙。他们有时通过逐渐使身体更靠近桌子或木板的办法(佛尔),或者通过加长绳子的办法(盒子与受试者的手之间的联系)(卡尔和佛尔),来纠正他们的动作。尽管有卡尔对绳子长度的评论,但他们对动作的认识既简单又极不充分。如果盒子没掉下来,他们便认为盒子会保持在板的中间。后一个受试者对这一点表示怀疑,即只要盒子不是马上就要掉下来,那么它就肯定逐渐朝板边运行,越来越靠近板边。然而,这种拉法适合情境Ⅲ(河),因为在拉的整个过程中都可以看到盒子(玛特和其他受试者)。至于情境Ⅱ,受试者注意到,盒子总是非常接近板边(参见佛尔)。尽管如此,甚至用斜线表示盒子运动轨迹的ⅠB水平的那些受试者,也只有当盒子快掉下来时才这样做;只要盒子没掉下来,他们就沿笔直的路线去拉(沿着与板边平行的路线拉,盒子保持在木板中间)。盒子要掉下来的运行路线及绳的方向都是斜的(ⅠB水平和部分ⅠA水平的受

试者）；或是沿长方形的两个边，也就是表示与边平行的直线拉，这时会突然做出一个直角转弯（耐特和格尔第二次拉时）。如果把用手拉的路线和ⅡA水平的受试者用绳拉的路线作个比较，那是极有趣的。后者呈现出的概念化水平要低于前者。第Ⅰ阶段的受试者的手和拉绳的路线只不过是盒子运动轨迹的延伸，它是直线运行；或绳子为斜线，手拉的路线沿板边运行。第二种方式是正确的，但佛尔的情况除外，因为他对动作的认识尚不充分，也没有考虑在这个动作中他所做出的调整。然而，我们必须再说一遍，从整体上看这些动作是正确的，而这并不是ⅡA水平的情况。理由很简单，因为受试者并不清楚盒子为什么会掉下来（例如卡尔和佛尔），而且除非盒子快要掉下来，否则他们便不会想象出它的路线正逐渐靠近板边。对于他们来说，（无论在板上，还是与板边平行）手的直角运动轨迹与快要掉下去的盒子的倾斜（或垂直）运动轨迹之间并无矛盾。动作虽没有取得成功，但这却是全部的情况。然而，对ⅡA水平的受试者来说，他们努力去理解所发生的事情，并对各种不同的路线格外好奇。他们对第Ⅰ阶段的解决办法并不满足。这种不满足便导致他们使问题复杂起来。

因此，第Ⅰ阶段的受试者只将情境Ⅱ中盒子的运动轨迹想象为两种：如果盒子仍在板上，运动轨迹与板边平行；如果盒子快要掉下来，运动轨迹便极度倾斜。只有在情境Ⅲ的“河”中，他们才能够观察，并用不会越过边的斜线拉，但只是把物体拉得更靠近板边，这对他们来说并不是一个难题。相反，七八岁的受试者则开始考虑方向之显然不合逻辑之处（这在前面的研究中已表明），但他们会有下述困难：他们十分清楚，如果直线拉盒子，它就会保持在板的中间；如果朝边上拉，那么就会从板上掉下来。然而，他们也注意到如果用斜线拉，会非常接近板边，那么他们就会使盒子沿着一条路线。这条路线尽管不是直线，但并不会使盒子马上掉下来——这是一条（当他们沿板边走动时）与绳子和手的运动轨迹不同的路线。当受试者发现这第三条运动轨迹时（“河”的情况中可以见到，但此水平可以马上推断出木板的情况），他们对之做出解释，因为他们对力的矢量合成尚不十分了解。然而，有趣的是，因为不能对它做出解释，所以他们便通过修改自己对于物体（绳子）或动作本身（手的运动）的实际观察，来引出某种相干性，这当然是无意识的。

例子（ⅡA水平）

斯泰（7岁7个月）　她注意到盒子在板上*不是直线运行*，由此总结出她的手的动作也是弯曲行进的。从而她拉盒子的运动轨迹是把盒子从木板上拉下来的斜线或直线，她的手成为一条延长线（她设法实施这一动作，但总不成功；每当盒子越出运动轨迹时，她总是用另一只手推它）。

巴克（7岁9个月）　他这样描述绳子的路线：*刚才它走得多少像那样*（斜线），*所以我拉的时候像那样*（直线）。于是，他开始尝试，把盒子从一边拉到另一边，这

样盒子便按锯齿形路线运行。最后他成功了。但他拉盒子时，却把盒子的运动轨迹想得过于简单了，认为盒子是按直线运行。刚开始时他的手离板边有相当长一段距离，后来越来越靠近它了。

巴恩（7 岁 6 个月）　开始时他认为盒子按斜线朝板边运行准会掉下去，因为它的一边比另一边重，因为绳子不是用同样的力拉盒子的每一边的。在成功地完成这一任务以后，他解释说，*我拉得很慢（端点处），我把绳子放在椅子顶的上方拉*（椅子是用来支撑板子的）。他用火柴盒详细地演示了他所做的一切。但他所画出的刚才拉的情况却与拉火柴盒时的动作不一致，而且他用两条线段来代表他拉火柴盒的运动轨迹，一段为斜线，随后的一段为直线。

阿里（7 岁 6 个月）　他开始用斜线拉，表示盒子的运行路线，然后（他在说盒子快到板边的同时）用两条斜线取代了这条单一的直线，一条在板的中间并与板边平行（绳子），另一条沿板边运行（他的手）。第二次拉时，盒子从原来的路线上呈直角地拐了个弯（但方向错了），并沿板边运行。此时，绳子和他的手的路线仍然与板边平行。

科雷（8 岁 9 个月）　他利用一个玩具娃娃尝试这一动作，用以表示其运动及手臂的位置。他坚持认为，在他拉绳子时，盒子的运行路线取决于受试者的位置。例如，当玩具娃娃歪着拉绳子时，盒子仍直线向前运行，直到绳子与盒子垂直时，玩具娃娃才逐渐远离板边，然后盒子便掉了下来。如果盒子没掉下来，他便会说那是因为玩具娃娃正好处于板边的位置，并能从前面拉盒子。

维克（8 岁 6 个月）　他认为，为了纠正盒子的倾斜运动轨迹，就必须有第二根绳子，此绳子可以从木板的另一边来拉。于是，他便在盒子的中间系了一根绳子，而把另一根系到了盒子的边上（此边靠近板边）。*我想拉这根（中间的），然后，当盒子来到板边时，我再拉另一根*。你怎么拉呢？*尽可能地靠近板边*。他把盒子拉下来时（首次用长的斜线表示盒子的路线，这表明他已接近ⅡB 水平），他的手渐渐远离木板，同时，绳子也相应地变得越来越长。你的手是否也和绳子走了同样的路线？*是的*。然而，盒子没掉下来。在他拉盒子的过程中，他又用与盒子水平的直线拉盒子，此时，他的手仍然逐渐远离板边（但程度不如另一种拉法）。难道盒子没掉下来吗？*没掉下来，因为我这里有两根绳子*。

泰姆（8 岁 6 个月）　他先按笔直的水平运动轨迹拉盒子，这时盒子没有掉下来。然后他按斜的运动轨迹来拉，盒子掉了下来，并处于两条线段的交接处：一条是到达但未超过板边的倾斜的线段，另一条是从这一点向前的线段。他还使用了一个火柴盒，并使它沿这样的一条路线运行，同时用盒子在一开始便稍微地转了弯这一事实来解释最初的倾斜线段。绳子在最后是否和开始时一样呢？*一样，可能稍微长点*。然而，当他用图画来表示手的运动轨迹时，他却使该线处于和盒子的运动轨迹相类似的状态：在盒子掉下时，这条线是斜的（手离开板）；当盒子仍在板上

时,这条线靠近板边并与其平行。

拉尔(9岁6个月) 她仍然认为,*在盒子接近板边时,手是斜着拉盒子的*。她的拉法表示出与盒子、绳、手平行的三条斜线。你的手行进的路线与盒子行进的路线一样还是不一样?*我认为是一样的路线。不,不完全一样。假如我把绳子系在里面*(盒子的角),*那就完全一样了*。

结果,这些儿童都注意到,只要盒子不掉下来,它总是会渐渐接近板边的。斯泰说,盒子*不是直线运行*;巴克注意到*它走得多少像那样*(斜线);对巴恩来说,盒子越出运动轨迹是*因为它的一边比另一边重*;而拉尔说,实际上*盒子接近板边*;等等。然而,没有一个受试者完全按倾斜的运动轨迹拉盒子,只有在盒子快掉下来时,维克除外。巴恩和泰姆一开始把盒子往倾斜的路线上拉,但后来便使它以与板边平行的路线运行。看来,这个水平的受试者似乎对主动认识到的那些干扰因素置之不理。当他的手进行运动时,加以纠正的仍然是这种可以观察到的特征本身,以便使之适合他认为必定将发生的情况(同他关于这个问题的概念有着完全的联系)。即使他尽可能地靠近板边路线,但仍然会想象,如果要重新行动,那么他就一定会斜着拉盒子(斯泰和拉尔),这与下列情况是一样的,即他可能距木板更远些。例如,维克说他*尽可能地靠近板边*拉,但(在拉的时候)他却想逐渐地远离板边,于是便加长了绳子。科雷想象了一个令人难以置信的情境,这里他使用一个玩具娃娃来象征他自己所做的事情,最后他把盒子拉得与板边垂直,这时盒子没掉下来;在盒子掉下时,其路线与开始时的路线水平。简言之,这些受试者或者认为他们必须远离木板(这种想法并不太错),而盒子的运行路线要与绳子的路线一样;或者认为必须斜着拉盒子,因为盒子的路线不是直的。

总之,这个水平的受试者已经认识到这个由三条运动轨迹构成的问题,这表明他们比第Ⅰ阶段的儿童前进了一步,而后者对此毫无认识。然而,他们却不能把这些路线(或方向)协调成一个总的路线。结果,这些可以观察到的特征本身被更改了——由于儿童的注意力集中在取得期待的结果上,所以,他们便观察动作的效果(也就是说,儿童尚未开始思考事情是如何发生的),然后便重新构造自己的动作。不管他们是设法模仿自己的动作,还是画出或简单地描述动作,这种动作的变更都会产生。受试者概念化中的差距导致他们把盒子的运动轨迹从属于绳子的位置,尽管在ⅡB水平,对于盒子倾斜运动轨迹的理解导致儿童把自身运动轨迹的描述符合于盒子的位置。诚然,通常只有当盒子掉下来时,实验者才向儿童提出有关这些运动轨迹的问题。然而,在ⅡA水平和ⅡB水平之间仍存在着相当大的差异,当盒子迟迟未掉下来时,ⅡB水平的受试者可以正确地重新完成盒子的倾斜运动轨迹;而在ⅡA水平,盒子的倾斜运动轨迹和绳子的位置之间不存在这种差异。

ⅡB水平

例子

道悟(9岁9个月) 他一开始便说,*如果你用一个夹子固定它*(在板子中间固定),*或你伸长胳膊去拉*,盒子便按直线(水平)运行。他以直线拉盒子,一直拉到木板中间盒子也没掉下来,这期间盒子的运行轨迹是一条斜线。在后来的情况下,盒子、绳和他的手所表示的是平行斜线。然而,在胜利完成这一任务之后,他注意到绳子的倾斜度变得越来越小,在盒子最初的位置到靠近板端之间是一条长的斜线。他的手的路线也接近板边并与之平行。

凯斯(9岁10个月) 他正确地使自己的手保持与板边平行并非常靠近它,所以使用了尽可能短的绳子。他拉盒子的运动轨迹多少有点弯,而绳子的运动轨迹是斜的。

塞巴(9岁6个月) 她一开始便把盒子拉到了板的中间。盒子运行的路线是一条直线,她的手的运行路线与板边平行,而绳子的路线则是一条斜线。后来,她对这三条路线作了区分。最后,她拉盒子的运动轨迹稍微弯曲,而手的运动轨迹却是一条直线。

卡尔(10岁6个月) 他说,*绳子来到*(=被拉到)*板的这边,它使盒子转弯并靠近,然后它笔直地在我后面运行。什么是最令人费解的事情呢?主要是我的手在哪里运行*。他拉盒子的路线是一条斜线,这条线拐了弯并与板子成斜线相接,随后是一条与板边平行的线。他的手的运动轨迹一开始是斜线(但其倾斜度不如绳子所代表的路线),这条斜线在靠近板边处变成水平线。然而,卡尔改正了这一点,并拉了一条与板边相邻的直线。

查艾(10岁6个月) 他最终也是把盒子拉到了板边。盒子的路线稍微倾斜,绳子的运动轨迹是与板边平行的斜线,手的运动轨迹是与板边平行的直线。由此,这三条线中的第一条构成了一个三角形的长边,其他两个边一开始分别为绳子的位置和孩子手的运动轨迹。

这些受试者都或多或少地解决了这三条路线及它们不同方向的问题。首先,他们认识到,盒子能够运行到板边而不掉下来,而且在他们拉盒子的过程中,他们都能非常清楚地显示这一点。这与上一水平的儿童不同,前面的那些儿童则不能在拉出如此一条倾斜运动轨迹的情况下使盒子保持在板上。其次,ⅡB水平的受试者都能拉出三条明显地具有不同方向的运动轨迹:一条是盒子的运动轨迹,一条是与板边相邻的手的运

动轨迹(道悟和卡尔除外,他俩一开始就犹豫不决),一条是绳的运动轨迹。后一条线在开始时极为倾斜,有些儿童(例如查艾)则把与其相应的所有位置都拉得与第一条线相平行。然而,道悟最后恰当地观察到绳子的倾斜度*变得越来越小*,但他明白这是由倾斜的运动轨迹造成的,而不是其本身的原因。

但是,这些受试者对这样一个问题仍不明白:当盒子朝板边运行时,开始时的速度要比最后快,因此它不能沿一条笔直的运动轨迹运行。这样,盒子的运动轨迹之中便包含一条曲线。对这一点第Ⅲ阶段的儿童可以理解,而ⅡB水平的儿童则不能把握。与此相对照,当他们把盒子的运动轨迹拉成一条斜线时,这些受试者(开始未这样做)便将其作为三角形的长边,其他两条边分别为绳子的最初位置和手的路线。这就符合了平行四边形对角线的力,或与两个变量的矢量相加符合,而这两个变量则代表通过与效果(盒子的运动轨迹)相应的合成而产生的起因(受试者的手和绳子)。因此,这个水平的儿童开始直觉地把握方向问题,这同与这个问题相关的较早研究的发现相符合。

第Ⅲ阶段和结论

在第Ⅲ阶段,盒子运动轨迹中的曲线以及它与绳子的倾斜度逐渐减小的联系得到了理解。

例子

德姆(11岁6个月) 他相继把盒子拉至三个位置。他用曲线将这三个位置连接起来。实际上这些曲线是盒子长边的延长线。盒子运行的是直线吗?*不,因为它在那里一定得转弯*。绳子怎么样了呢?*它始终保持直线*(不管盒子的位置在哪里),*但盒子一定跟从与绳子相同的路线……我一拉,盒子便向我走来,绳子也就变得越来越紧*(斜度减小)。但你的手为什么与板边而不是与盒子平行运行呢?*因为绳子变得越来越紧,而且盒子总是跟着绳子跑*。

彼特(11岁6个月) 开始时她把绳子拉得所有位置都彼此平行。然而,她后来改正了第二个位置,大大减小了它的角度。她宣称它*就像那样弯曲*,这就明显地将它与盒子的运动轨迹相混淆了,但她并没那样拉。

格拉(12岁整) 他使绳子的最初位置比绳子的最后位置*更倾斜*,这是正确的。他认为盒子不是直线向前运行,*因为它会越出运动轨迹*。为什么?*因为绳子不是棍子*。因此格拉将绳子角度的变化归因于绳子是柔软的这一事实。这一水平的最佳反应就是上面所描述的那样。事实上,在这项特定的实验中,人们并不要求受试者专注于因果关系的问题,以便注重对实验资料的理解,即对于实际动作和物

体运动的认识。如果人们考虑到这一点，那么就一定会认为格拉是优秀者。

从这个观点来看，所取得的结果是相当令人振奋的。第一，在第六章跳筹码的实验中，所观察到的受试者动作变化甚微。出现在7岁以上的儿童身上的唯一进展，就是设法从板的两边拉盒子，或把两根绳固定在盒子上两个不同的位置上来拉，这与我们研究的问题并不相干。第二，向受试者提出的问题并不涉及所观察事件的几何学、动力学或力学问题，实验者仅仅要求做出一些描述（第Ⅲ阶段作为检查提出的两个或三个有关"为什么"的抽象问题除外）。尽管在可行答案的范围内存有这些极为严格的界限，但本实验所区分的这五种不同水平（正如本章所表明的那样）仍显示出相当大的差异，这主要表现在受试者如何对待情境的可见特征方面。此外，这些差异的产生绝不是偶然的，每一种水平都在或大或小的程度上始终有一些特别的变化。

在这个方面，尽管第一种发现仍需证实，但它却极为简单。人们可能会说，观察的表现或事实的概念化（这与内在的或外在的认识相对，它并未解释为表示）取决于受试者推理协调的水平，换言之，取决于受试者的理解水平。在我们和巴蓓尔·英海尔德一起研究意象的发展及记忆和智慧之间的关系时，我们首先能够形成这样一种观点：尽管（或因为）想象的表象来自内化的模仿，然而它却不总是（事实上不经常是）准确地再现曾经见过的事情，因为它是由信息之前运算或运算结构所决定的。儿童记忆中保存的只是已经理解了的事情。6个月之后，根据受试者在此期间所取得或保存的水平，或根据此种理解得以提高的程度，儿童所记的事情则会进展、倒退或保持稳定。当然，在观察的即时表现本身方面，儿童的想象表象和短时记忆存在着相似之处。然而，下面的发现则特别有趣：在推理协调和我们在早期关于因果关系的研究中所发现的现象，存在着显著的符合（推理协调在每一水平都控制着这些可见特征的理解）。

在ⅠA水平，我们了解到受试者对方向问题毫无理解的表示，特别是会相信无论冲击点在哪里，当用力来推某物体时，它总会按同一方向运行。所以我们对下列事实便毫不惊奇：四五岁的儿童总是认为*直着拉*，或在失败的情况下掉下来（特别是当拉的角度与物体运行路线成为直角时，就被认为是失败）。在ⅠB水平，某些实验已表明使物体向前运行（平移）和使物体转弯的推（或拉）之间存在着差别。因此，当五六岁的受试者在实验过程中按倾斜的运动轨迹拉时，盒子从板上掉下来就绝非偶然之事。

作为一般规律，ⅡA水平的儿童一开始就意识到不可低估方向问题，并努力使旋转和平移达到协调。然而，对这几方面问题的把握尚不足以使他们解释这种特定实验的整个过程。由此产生出上面所描述的矛盾情境。在ⅡB水平，由于儿童在对各种不同因素的综合方面有了进展，从而使他们能够更为准确地对自己的观察加以描述。最后是第Ⅲ阶段，该阶段的主要特点是能够理解作用和反作用之间的相互影响。

总之，这项研究所取得的结果几乎是相同的，好像不是简单地让受试者描述他们所看到的事情，而是已经要求受试者预言和解释那种作为动作之结果所发生的事情似的。当然，在情境Ⅱ（板子）中，受试者不能看到盒子开始越出运动轨迹，而在情境Ⅲ（河）中，

他却能看到,这就解释了ⅠB水平在后一情境中多少有所进步的原因。然而,假如受试者能够充分、仔细地检查一下在情境Ⅰ中可能看到的一切,那么他至少会注意到盒子在逐渐靠近板边(无须进一步推论,这就足以使他得出这一结论,即盒子必定已经运行到那里)。盒子在板上运动会改变其位置这一事实只有ⅡA水平的儿童才能认识到,而只有ⅡB水平的儿童才能接受。这就进一步证实了这样一个事实,即某些理论家普遍认为的儿童仅能看到他认为他知道的事情。我们的一位黑人学生曾告诉我们这样一条非洲谚语,其要点是,"外国人用睁大了的双眼看我们,而他所看到的只是他所知道(或他认为他已经知道)的关于我们的情况"。幸运的是,就我们的受试者而言,他们的推理协调都不断地发展,而且他们对可见特征的认识也相应地更加精确。

然而,对动作本身的认识和对那种可以从物体那儿观察到的动作结果的意识与理解水平是相适应的,这一发现并不能为我们提供解决这样两个基本问题的答案:首先,受试者是如何通过自己的动作逐渐达到这一最高水平的认识和意识的?其次,理解上的进步如何从认识或这些动作的逐渐正确的概念化中产生(而不是相反)?除本实验中在不同水平上所遇到的持续变化之外,辨别第二组的连续发现看来是可能的。

(a) 看来存在着某种涉及具体动作的初级形式的调整(这些动作不受它们协调的控制),这种初级调整会导致产生一种仅与动作结果相关的情境概念(不一定正确)。儿童选择一系列的动作,目的是找出解决难题的办法,从而产生了部分成功或部分失败,并决定了动作的反馈。从这个意义上说,可把这种最初的调整称为"感知运动"或"无意识自动"。但是,最初导致物体朝向板端或其他任何地方的运动不属于这种情况,因为这种运动的选择是偶然的,而不是精心考虑的结果。所以,儿童一开始总是设法直着拉,或把他们没有取得成功的原因归于盒子运行脱离了运动轨迹这一事实(耐特甚至用与板成直角的线拉盒子)。因此,在没有对运动轨迹进行详细分析的情况下,只是根据动作的成功或失败便都笼统地重新开始了。以佛尔(ⅠB)为例,虽然我们可以看到他的那些调整细节,但因为缺少认识,所以他就不能描述这些调整。

(b) 第二种调整形式可称为对特殊动作的"积极调整"。从受试者的角度来说,这里面包含特殊的选择,并取代了(a)中所述的感知运动调整。由于这些选择具有审慎思考的性质,所以就导致了认识,并开始分析那些用以解决问题的方法,这不同于早先那种只是根据动作的结果而进行的简单重做。在这个特定实验中,这种分析会引起儿童考虑自己的位置和绳的位置;甚至早在ⅠA水平(在问卡尔盒子为什么要掉下来之后),卡尔就设法增加绳子的长度(而没注意绳子与板子之间所形成的角度);在ⅠB水平,格恩说人必须紧*靠板边拉*。

(c) 一旦儿童设法找出解决问题的方法,那么这种积极的调整便会马上使他考虑到两个或更多的因素。在这个实验中,ⅡA水平的受试者同时考虑绳子的位置以及手的运动轨迹。然而,当他仍认为盒子的运动轨迹服从于绳子的位置时,便根据他看到的所发生的情况,歪曲了他自己的描述(如果盒子掉下来,就认为是他拉歪了,等等)。

(d) 最后，当儿童能够正确地理解所观察到的一切时，所有的因素便都得到了协调。这就需要区分并协调三条路线(方向)。在他能把自己手的路线和绳子的路线不加歪曲地联系起来之前，儿童必须意识到，虽然盒子的路线与这两者相联系，但又与它们相当不同。在ⅡB水平，盒子的路线被拉成一条斜线(道悟逐渐减小了绳子的角度)；在第Ⅲ阶段，盒子的路线最终成为曲线。为什么记录在(d)中的观察要比(c)中的更精确，从而使得在最初歪曲关系之处能够建立有效的协调呢？(c)中的儿童开始寻求不同因素之间的联系，而且不久便彻底地考查了这些因素。由于开始进行这些真正的推理协调，这便导致他在(d)观察中的精确记录。

总之，上述问题可以这样来总结：动作的进步(从感知运动或自动调整到积极调整，从而进入包括许多线性或因素的调整)从简单的人类行为学的调整方法开始，以对情境的意识和认识以及概念化的调整结束，从而确保最终对整个过程的理解。

第十章 弹 弓[1]

取一根木棍或木条,将其水平地置于盒顶;将木棍之较长的一部分放在盒面之上,短的那部分则伸在空间。快速地轻击悬空部分的端点,木棍就会翻个跟斗。年幼的儿童不能想象出这一跟斗,我们在早期关于意向的研究中已发现这一现象,并对他们的困难作了分析。由于受试者可能熟悉这一情境(或任何一个部分地受到支撑的物体的类似情境),因此,做一个初级形式的弹弓来研究对于动作的认识和实践智慧是恰当的。该研究旨在看出受试者用它做什么,以及他们是如何对其动作加以概念化的。

本实验所使用的一根金属条上有 9 个孔槽,另一根金属条可以垂直地穿过其中的任何一个孔槽,这样就为第 1 根金属条提供了一个转轴。当然,这转轴必须抬起来,这样它才能给第 1 根金属条以旋转空间。由于它上面有 9 个孔槽,因此转轴的位置就可以改变。最初轴在中间(孔 5 处)。在第 1 根金属条上放一个小的物体(例如一根火柴),以便让儿童意识到该物体可以被投射出去。然后给他一个小泥球,实验者在距弹弓的不同距离处放置数个作靶用的小盒。(根据它们不同的距离,盒上可分别标出 5 到 10 号。当儿童把球射向盒里时,实验者可记下相应的号数。)如何使用弹弓把球射向盒子里这个问题应由受试者解决。4 岁的儿童会把它当作一个简单的发射台使用。然而,对那些打算有效地使用它的儿童来说,主要问题是把球置于何处。他们会不会把球放在靠近自己压的那个端点(因为该点距他们瞄准的地方较近)? 他们会不会把球放在距另一端较近的地方(因为弹弓已显出会旋转)? 随后,在金属条的一端悬挂上一个重物(它的位置还是可以变化的,因为为了这一目的,条上已挂好数个小钩)。在此种情况下,儿童不是简单地用手去压金属条,而是利用重物。在提问将要结束时,实验者把儿童的注意力引到把金属条拉到不同位置的可能性上,并提示各种极端的情况,要求儿童回答每种情况将产生什么结果。

通常要求儿童描述并解释他的动作,并让他画出泥球和重物的不同路线(如果可行的话)。

本实验的 60 位受试者的年龄在 3 岁 7 个月和 14 岁之间(多数在 5 岁和 8 岁之间)。

---

① 与奥里弗 · 德 · 玛瑟勒斯(Olivier de Marcellus)合作。

ⅠA 水平：不能有效地使用弹弓

例子

波爱(3 岁 7 个月) 他不知道如何使用金属条。实验者射出一根火柴。*你知道怎么做了吗?* 不知道。然后把泥球给儿童。他把球放到条的右端[①],然后用手击了一下条,就像他刚刚看到实验者做的那样。*放在这怎么样呢?*(实验者把球放到条的左端。)很好。(他把条当作发射台用了。实验者又向他做了另一种演示。他把球放到了条的右端,但没射到盒子。)看。(再做演示。)(他仍把金属条当作发射台用。)于是,在实验者的建议下,他击了一下金属条,并很快看到:球越接近左端,其射程越远。因此,他认为球的最佳位置是靠近左端。随后,实验者转动弹弓,这样球就飞得远离了盒子。波爱拒绝用手击条,他只想去扔球。(当方向因此而改变时,他连续 3 次做出这种反应。)于是,实验者把球放在右端,并说他准备用手击条的左端。*你那样做一下*。(实验者显示了应该怎样去做这个动作。)*球会到哪去呢?* 到那里(朝向盒子,其实这是错的)。(实验者演示了一下。)*我们怎样才能让球更接近那个柜子呢?*(柜子和盒子的方向相反。)你把它放得靠近(左边)。(于是他根本不考虑所看到的那些盒子。)*我们再试一次,让球进到盒子里。*(波爱再次扔球。)

艾力(4 岁) 她把球放在左端,并用手推它。*如果你把球放在那里,你击这里,球会飞到盒子里吗?* 是的。(她仍用手推球,然后使金属条倾斜,好让球滚下去。)(实验者又给她做了一次演示。)你让球跳了!(实验者把球放回金属条上。)它走得太慢了,快掉下去了。(她击了一下条。)我让它快一点。(实验者把球放到右端。)它会跑得更远(超过了盒子)。*如果你想让球跑到那里(相反的方向),你必须击条的什么地方呢?*(她用手推球。)试了几次之后,艾力看到金属条两端的运动要比中间更厉害。*那里会怎样呢?*(靠近中间)它会像那样(围绕中心的一个大圈)。*试一下。*(失败。)它跳得更快了。

丹恩(4 岁 9 个月) 开始时她有类似的反应。当她看到球在左端时,实验者击条的右半边,她认为如果球本身在右边,就必须也击右半边;球越靠近右端,它朝盒子方向飞得就越远。她一试才发现,球却朝盒子对面的柜子飞去。于是,她抬起

---

① "右端"是指金属条更接近盒子的那一端,"左端"是与其相反的那一端。这样,"向右"便意指"向金属条最接近盒子的这一端的方向",而"向左"则意指"向金属条相反端点的方向"。

金属条的左端,让球滚进盒子里去。如果你击它,会怎么样呢?(她没考虑先前的失败,便朝盒子的方向画了条弧线。)*如果我这样击*(球在左边,击左边),*球会朝盒子飞去;如果我击这里*(右边),*会朝柜子飞去*(都是错误的预测)。看了3次并正确地描述了所发生的情况之后,她仍错误地预测如果球在条的右边开始,它会飞到右边;*如果球在左边,它会飞到左边*。

艾斯(4岁6个月) 她用手去推球。尽管实验者已向她演示如何使火柴跳起来,但她仍然如此。于是,她不是去击条,而是让其朝着所期望的目标倾斜。由此,她正确地预测到如果球在右边开始,某人击条的左边,那么球就会朝柜子飞去。她对此进行了尝试,她让条向左倾斜,使球滚动,然后她认为,如果击条的左边,那么球就会做同样的事情。结果,她把用手使条倾斜和击条这两个动作相混,但由于她使用了大小两个球,所以得出如下结论:*大球向右跑,小球向左跑*。

麦尔(4岁6个月) 尽管经过多次尝试,但在最后向她提问时,她仍认为如果球在左边,她击条的左边时,球会进入盒子里。

在这些初级反应中有两点特别有趣。第一点,儿童的身体直接朝向目标这一动作是由一种带有介体的动作造成的,此时,后者并不构成儿童的胳膊或手的延伸(像使用一根木棍似的)。由此便形成用手把球扔到盒子里,或把金属条仅仅当作某种水平的或倾斜的发射台这种倾向。尽管这些儿童看到实验者是如何把这种装置当作弹弓来使用的,并常常对其新颖之处感到有趣,但是,一旦要求他们让球达到靶盒,他们似乎便把有关这个可能的介体的事情忘得一干二净了。此外,实验者只不过为受试者改变了球的路线(方向),尽管受试者已经练习了击条,但最终还是回到扔球上去了。

这些反应的第二个特点甚至更有趣。当这些反应与儿童想象本该发生的事情相矛盾时,看来他们并不能考虑对物体的观察,甚至也不能考虑他们的动作。他们期望,如果球从左端开始,它也会跑到左边去(反过来也是如此);球离这一端点越近,它朝这个方向运行得也就越远。显然,尽管儿童可能已注意到球是按弧线运行的,但他们对旋转所起的作用并不理解。由于他们是按平移,而不是按旋转去思考(这是正常的,因为受试者总是用手扔东西,或让它滚动,而不是让它旋转),所以,他们便认为球必须按他们预测的方式运行,按其他方式运行是不可能的。

当他们看到发生了"不可能"的事情,那会出现什么情况呢?尽管波爱在一个正确方向上指出了球的理想位置,而且也在金属条正确的一边,但在他随后的答案中,却丝毫没有考虑这一点。这里所涉及的问题要比直接的学习困难更多,那里的问题是受试者对有关物体和动作观察的实际记录。如果有一些拒绝(或抑制)某些东西的正当理由,那么,要想接受它,仅仅对它做出正确的观察显然是不够的。如果这些理由并不存在,那么这个水平的受试者就会成为现象主义者,并接受一切事情,像艾斯所说的那样:小球朝一边跑,大球朝另一边跑。然而,如果受试者感到他所看到的已经发生的事情不该发生,那么这种观察就不会保留,也不会被概念化。

因此,从理论角度上讲,这些朴素的发现是重要的,因为它们向我们表明:甚至在极初级的水平(3—4 岁),对于以简单的概念化了的观察形式出现的对资料的同化也决定于早期的协调。在大多数情况下,人们不得不假设这些协调的存在,并应承认它们会修正受试者的观察。然而,在这种特殊情况下,儿童开始用手扔球,或使球沿倾斜的金属条向下滚动。因此,正是这些最初的动作,才通过推理导致了某些协调。而这些协调则被认为是必要的,也就是说,如果球从条的右边开始,它总会向右飞去(反过来也是如此);而且,球距条端越近,它在这个方向上飞得就越远。在这种情况下,这种推理的协调便引导并修改了受试者的实际观察。

ⅠB 水平:对方向有所认识,但对距离毫不理解

通常,5 岁 6 个月到 7 岁这一水平的受试者的特征是形成过程的作用,它揭示出动作发展中的明显进步。受试者对实验者的火柴和弹弓的演示很感兴趣,并自己用手操作一番。他们可以成功地把球射出一段距离。然而,尽管他们的动作是成功的,但受试者对物体观察的认识,甚至对其动作变化的认识却是不完全的。这些儿童仍然认为,球的起始位置离盒越近,它在这个方向上运行的距离就越远,即使他们已经发现,球要向右边飞,它也必须在金属条的左边起动,反过来也是如此!简言之,虽然受试者通过自己的动作发现球将朝哪个方向运行,但这并不能使他们理解与此相关的距离问题。

例子

泰姆(5 岁)　她拿着弹弓不知该做什么,但看过演示火柴之后,她产生了兴趣并设法把这用到球上。一开始她压在错误的一端,事实上,她是按在放球的那一端。后来她把球移到另一端并使球进到盒子里(6 号)。之后,她把球放到不同的起点,以便搞清这些变化如何影响球运行的距离。在试了 5 次之后:你是如何把球射得这么远的(6 号盒)?不知道。她又试了 11 次,其结果是从 8 号到 10 号。(球从条的中间起动,结果掉了下来。)你怎么做的?(她正确地描述了她的动作。)你怎样才能使球飞得远,或不那么远呢?我不知道。在实验者的指导下,她试了一次。这次为什么飞得更远了呢?因为它在条上的距离更远了(首次指出正确的位置)。然后她移动了支点中心,但又把它放到了原位上。如果让球飞得更远,你必须把它放到什么位置呢?她把已经发现的全忘了,不仅把球放得离中心更近,而且放在条的右边,也就是更靠近盒子的那一边。当这无济于事时,她又把球放到右边,但靠近中心,这样便尽可能地靠近相反的那一端。你为什么放在那里呢?因为它离那里更近(条端靠近盒子)。又试了 19 次(4 次失败,1 次成功地射入 8 号盒),依然不

能对法则作一般的说明。然而,她最后的尝试却很有意思。实验者告诉她使用重物,而不是用手去压金属条,事实上是把重物放在右边,而球在左边。泰姆设法改变球的位置,并认为球必须离条右端更远,于是,她拒绝对球做那些错误地用于重物的事情。

依尔(5 岁 6 个月) 他一开始便宣称知道用弹弓做什么,因为他以前曾玩过小尺子。于是,实验者把一把尺子平衡地放在一个架子上。依尔非常正确地说,如果把球放在尺子的一边,它会跑到另一边去。*如果你压那边*(左边),*它会从这边*(右边)*跑出去*。然而,当问他球的最佳位置时,他却说*应该在更靠近靶盒的地方*,而不是在相反的远离靶盒的端点。当实验者继而拿出标准装置时,他又说,如果按下左边,球会跑到右边。可当他实际试用弹弓时,他却采取了折中的办法:球距靶盒既不太近,也不太远。他把重物放在靠近金属条中间的位置。*球会跑得更远,它离那里*(支轴)*更近了*。

阿拉(5 岁 8 个月) 她取得了成功,把球放在靠近金属条左端的位置。你怎样才能做得更好一些呢?(她把球移到靠近中心的位置。)试验了数次之后,她注意到当球在左端时会更好。但当实验者按反方向转动金属条时,她却说*我们应该把球放到那里*(更靠近靶盒)。

查哈(6 岁 6 个月) 他将球放在金属条正确的那一边的中部。如果我们让球跑得非常远,哪里是球的最好位置呢?*那里*(他把球放得更靠近靶盒处),*它会跑得更远*。为什么呢?*它*(离靶盒)*更近*。当看到相反的结果出现时,他设想了多种位置,*但我下不了决心,我想放在那里*(把球移得离靶盒稍远一些,结果较好)。你把球放到条端上怎么样?*我不知道*。当他用重物试的时候,他马上把球放得更靠近靶盒。他又试了多次。但当实验者把球放得远离靶盒时,查哈又把它移了回来。告诉我使球跑得最远的位置在哪里?*我不知道,我记不起来了*。

法拉(7 岁 3 个月) 他马上拿起重物并把金属条按球所处的方位倾斜,这样,球就能在重物所在的那个边上跑得更远。*球在前面转得更厉害*。球为什么能跑得更远?*球在旋转*。尽管如此,他还是把球放得靠近中心。*球离盒子更近,所以它能跑得更远*。在经过多种尝试之后,他意识到事情并非如此,于是便采取一个折中的办法(金属条右边的中间):*在中间,因为 5+5,它就能落到 5 里面*(5 号盒),*或落到 10 里*。最后,他被迫承认所看到的:*球在那边跑得更远*(球在条端起动)。你知道为什么吗?*不知道*。

事实上,受试者通过观察发现球跳了起来,而不是沿着金属条滚动;从而,也发现他不得不把球放到该条的一侧,并轻击另一侧。这是一种极为简单的观察,一旦儿童停止用手扔球,他便接受这一点。那么,儿童为什么如此难以掌握不同的可能起始位置的重要性呢?人们可能会认为泰姆试了 5 次、11 次,然后 19 次,这足以启发她了。事实上,有一次她正确地说球会飞得更远,*因为它在条上的距离更远了*(也就是更靠近相反的端

点)。然而,这并不会导致她认识到这一法则,而且甚至会再回到矛盾的假设上去。她错误地把这一原则用到重物上(重物未被射出),而不是用到球上(球的处理程度相当出色),这一事实充分地显示了其矛盾的心理。对这些受试者来说,在他们的这种想法中存在着一种矛盾:球越远地飞入盒内,球的起始点离盒的距离也就越远。正是这一点才使得他们抵制亲眼所见的事实。这种反应普遍存在于5—6岁的儿童中间,在7—8岁甚至9—10岁的儿童那里也会出现,尽管这是暂时的。一个9岁9个月的受试者已经认识到这一现象,他一开始便把球的运动轨迹画成两条类似的弧线(一条距金属条起点的距离比另一条远)。这就清楚地表明了他的推理:球的起点*越近*,球飞得*越远*。换言之,这位受试者不能接受他所不理解的某项法则的结果,这也是ⅠB水平的情况,除非他已经认识了这种现象。

这些儿童仍然不能理解此种情境的原因看来在于,他们很难想象金属条的旋转情况及球的运动轨迹的长度。他们的确认识到,如果你压条的一侧,那么另一侧便会跳起来,并把球弹出。但他们意识不到条的这种运动即是旋转的开始,而且置于条端的球也是在旋转轴的终端,由此便会形成一条更长的弧线。他们认为球只是离开金属条,只不过按直线朝盒子飞去而已,因而就出现了上述9岁9个月的儿童的绘画。当然,ⅠB水平中的某些年幼儿童(例如依尔)的确画出了两个同心圆的弧线,但这只能表示物体离开金属条时上升和落入盒子中时降落,他们根本不会想到弧线的长度问题。总之,该水平的儿童的普遍推理(球的起点距目标越近,它飞得就越远)是由于缺乏对旋转的理解,以及始终不能在旋转和平移之间加以分化。前者化为物体脱离金属条,而后者则代表使物体进入盒内的路线。大多数受试者(参看依尔的情况)最终采取了一种介于他们的观察和预测之间的折中办法,并且为球选择了一个离盒子既不太远也不太近的位置。

第Ⅱ阶段:理解球放在金属条上的位置及相关的动力因素

ⅡA水平

大约从七八岁开始,儿童便能够阐述控制球运行距离的法则(虽然我们也遇到了一些达到这一水平早慧的6岁儿童,他们过去已经熟悉这种游戏)。之所以发现了这条法则,是因为他们能够解释它。

例子

杰卡(7岁2个月) 他一开始用这种装置发射一个火柴盒,然后他把球放在金属条的不同位置上(其中也包括条的中心)进行实验。*哪儿是最佳位置呢?我想是在终端(左端)。是终端吗?是的,因为它离得更远。如果你把球放在另一端,它*

会马上掉下来。在这一端球会飞很长的距离。为什么?不知道。然而,他画了两条运动的轨迹:一条是球在左端开始的运动轨迹,另一条则是球从条的四分之三处开始的运动轨迹。这表明他认识到这一区别。在实验者建议他使用重物时,他马上把球放在左端。球在这端会飞得更远,因为它会得到更大的弹力。另外,他为转轴找到了合适的位置,表明他理解两侧太平均的弊端(重物不会充分地下落,球也不能飞得更远)。

维拉(7 岁 5 个月) 他被告知可以使用他想使用的任何东西。他马上拿起了重物。开始他犹豫了一下以考虑球的位置,随后,把球放到右端。球会飞得更远,因为它在条的终端。然后他把重物放在靠近中间的位置,因为它离球更近(仿佛这样会对动作有所帮助)。等一下,不能这样,错了。(他把重物放得更远。)放在第一个(钩)上更好。球会被扔得更远,因为重物离它更远了。然后,他把转轴向右端稍微移动了一下,以便使球在较长的那一侧。这样会使球飞得更远。为什么?因为重物落下来,球就飞了。他几乎把条拉得垂直起来,重物在较低的一端,球在较高的一端,所以飞得很远。

波海(8 岁) 他决定用手击条并马上把球放到条的另一端。这样会飞得更远吗?是的,因为有球的那一端更高(另一端已经被按下去了)。你抬起它的时间越长,它升得就越高。这里怎么样(靠近中心)?那不好。球在左端会比在这里飞得更远。我认为球在左端更好,因为它离盒子更远了,而且它会飞得更快。它飞的力量要比在中心大,中心离盒子太近了。你能使用别的东西,而不是手,把它表示一下吗?能,使用重物。他把重物放在左端,对轴心试了几个位置,最后,他把轴心置于金属条三分之二处。由此,既能使重物一边有足够的长度,弹弓可以有效地工作,又能使带球的那一边更长,因而球也飞得更远。如果重物不在右端,它落下的时间会很短;如果在右端,它落下的时间会更长些,这会使球飞得更远。

塞尔(8 岁 6 个月) 他马上把球放在左端。如果你使劲按下,球在左端会飞得更远。

戴维(8 岁 6 个月) 他也把球放在左端;否则,它不会升高。重物在右端要比任何其他位置都好,因为条会降得更低。

劳欧(9 岁 8 个月) 他断言重物必须置于左端,因为你一松手,重物就落下。另外,如果有球的那一端升得很高,球就能很好地跳出去。

斯欧(8 岁 10 个月) 如果球在端点,它会飞得更远,因为那儿的弹力大。

丹恩(8 岁 5 个月) 她把球放在金属条的终端,并说明条升起时,有球的那一边在原先的和新的位置之间的角度,是与重物一边下降时原先和新的位置的角度一致的。如果运行的角度小,那里的弹力就小,球也就不会飞得很远。奇怪的是她又补充说,如果金属条垂直,重物击到盒边时,金属条给重物的弹力就像弹簧一样。

这些受试者的动作似乎可以证明,他们对弹弓是如何工作这一问题的理解是逐渐

深入的。儿童认识到金属条会旋转，并从直觉上把它与棍的旋转加以比较，此时，棍的一端被握在手里。尽管ⅠB水平的受试者尚不能从旋转这个角度思考，但第Ⅲ阶段的受试者却能清楚地想象出这一情境。例如，维拉几乎把金属条拉成垂直的位置，波海立即用"很高而不是很远"来表示球在终端的位置(*你抬起它的时间越长，它升得就越高*)。戴维和劳欧也有类似的反应。最后，丹恩指出，当金属条倾斜时，它两端的角度是一致的。

从受试者的动作及有关旋转的直觉来说，尽管距离这一法则得到了解释，但对这些动作及其结果的认识却引起一个有趣的问题。事实上，没有一个受试者从旋转问题上推论出这一点，即球距终端越近，它运行的轨迹就越长。当然，他们都说球会飞*得更远*，但我们知道，直到ⅡB水平，对于长度的评估才是成序数的，因而才与到达点相关，而不涉及间距的估计或守恒。令人吃惊的是(这恰恰来自儿童不适当的认识)，尽管这个*较远*的概念与距起点较长距离的动作毫不相干，但却与动作的动力学相联系。杰卡在开始时曾说，他不知道如果从金属条之左端起动就会飞得更远的原因，随后他便发现，如果*球在这端*(端点)会飞*得更远，因为它会得到更大的弹力*。(ⅠB水平的法拉已经谈及弹力问题，因为他已7岁3个月，接近ⅡA水平，然而，他却未得出与更为发展的受试者相同的结论。)波海详细地说明，在端点，*你抬起它*(金属条)*的时间越长，它升得就越高，它会飞得越快*，而且，它飞*出去的力量越大*。塞尔与斯欧也谈及力和弹力的问题。劳欧说，作为动作的结果，*球能很好地跳出去*。一般说来，这些儿童都认为，球在金属条端点的位置既有助于条的旋转动作，又能给球以弹力或对于飞得*较远*来说是必要的力。他们也没有考虑长度将由连续不断的单个的单位构成。

我们回忆一下前面翻跟斗的实验也是有趣的。早在儿童能够逐渐想象出翻跟斗这件事之前，旋转的效果便得到了理解。如果年幼的儿童把金属条两端分别涂以红、蓝颜色的话，那么在他们能通过慢动作画出，甚至描述旋转条或其两端的转动阶段和运动轨迹之前，他们就能想象翻跟斗结束时颜色的变换。

至于重物，其动作也符合同样的动力学模式：重物在金属条的一端会更有效，因为它*落得更好*，而且*球就飞了*(维拉)，因为它落下的时间较长(波海)，而且，当它以一个大的角度运行时，就会有更大的弹力，丹恩甚至补充说，轻击盒边也会给球一种弹力。

ⅡB水平

在ⅡB水平(9岁和10岁)，受试者能够思考运动轨迹的长度这个问题，因为它是不受序数因素影响的度量长度守恒的水平。令人惊奇的是，受试者并没有这样做，而且他们对在金属条上进行动作的认识，以及对使用重物时的情况的概括，仅把它们局限在前面的动力学的思考之中。他们通过一对标度的类推，来解释悬垂重物和球之间的交

互作用。

例子

哈尔(9岁2个月)　他说必须把球放在金属条的一端，因为只有这样，当向条施加压力时，*条才能给球以弹力*。当他处理重物问题时，他的表现同这个水平的许多受试者一样，几乎可以理解动力学的运动：*重物必须固定在条的端点，因为这样才会产生更大的重量*。它更重些吗？*不，都一样，但条较长，重物放得更远些*。然后他把支轴向右移，使其更靠近右端：*重物放得越远，它会变得越重*。放在哪儿？*在这里条会得到更大的重量*(在球一边，这样便加强了他的动作)，*这里要比那里*(重物的一边)*更重*。所以就怎么样？*条越长，其弹力就越大*。他甚至演示了条的抬起和球的离开。然而，他并没有考虑路线的长度(他画出了一些抛物线)，而仅表示出金属条下倾时，处于端点的球会从更高的点飞出去(旋转的作用，但没有画出路线)。

克欧(9岁6个月)　他认为，如果不把重物悬垂在端点处，*就没有足够的重量*；如果把它垂在更靠近端点处，*就会更重*。为什么那会更好些呢？*如果它*(球)*不是这么重*(与重物相比)，*而且你把它放在这里*(端点处)，*它就会那样飞*(更快)。最后，他仍然坚持在右端；*球在端点时，哪里越重，哪里的力就越大*。

狄姆(9岁7个月)　他认为，如果不把球放在左端，*球就不会飞得那么远，因为它处于较低的位置*(旋转)，*没有足够的力*。在处理重物时，他把支轴定在金属条的三分之二处。*条越长，就会把球扔得越远，这里*(重物)*就会变得越重，但*(球的)*这边必须不能太长，因为重物这边不会有更大的重量*。实验者把球移到距端点四分之一处。*那样不好，因为重物扔的力量不会那么大*。但我们并没有改变重物呀！(如果球在端点处)*它就会得到更大的力*。实验者把重物悬垂在靠近中心处。*如果你那样做，你把重量稍微减轻了。重物在端点处会得到更大的弹力，下落得会更快，同时*(球)*会飞得更远*。当要求他画出路线时，他画得很正确，但在口头解释时并未提到他的绘画。

克维(9岁9个月)　他立刻把球放在了端点处。*端点处*(支点距球)*越长，它把球射得越好*。实验者把重物悬垂在两个不同的位置(右端和靠近右端处)，并问他哪个位置会把球发射得更好。*第一个位置，那里更重；在第二个位置处它不会那么重，因为那边的条较短，条也有重量*。于是，他用手把重物在不同位置时的重量出色地演示了一番。当让他描述运动轨迹时，他只是说，*我认为它是转弯的*，同时表明条的旋转以及球的投射。

克斯(10岁整)　他检验重物是否充分地落了下来，*因为你把它拉得更低，它会有更长的时间加速*。另外，如果球一边和重物一边等距的话，球一边会更重，重

物一边变轻；越平衡，重物一边越轻。所以怎样？球变得有力，因为球一边变得更重。换言之，尽管克斯表达得有点笨拙，但看来他是在说，球一边和重物一边必须不等，这是不平衡的根源，它能使重物产生力和速度。

尼克(10 岁 1 个月) 他说，最好把重物放在金属条的端点处，因为这样会产生更大的重量，也会使金属条起到弹簧的作用。那么球呢？放在端点它能飞得更高。

所以，从根本上说，这些反应和ⅡA 水平几乎没有什么不同。受试者都认为压力或重物引起金属条旋转，然后金属条抬起球，并用弹力和速度把它射出去，这样便解释了球可以运行更远的事实。唯一明显的新颖之处是把这种情境与一对标度作了比较，并考虑到重物的重量必须足以把球射出去。结果，这些受试者都重视重物的位置，其中大多数人认为重物在条端时要比在靠近支点时更重，这实际上就是动力学运动的直觉的开端。就哈尔来说，当支点改变时，便出现一种倒退的现象。他认为重物在球边时，它变得更重，这样就使它产生弹力。然而，所有其他受试者则始终关心怎样才能使重物比球更重(克欧，特别是狄姆和其他人)。克维用手掂量一下重物的重量，克斯则把这种现象称为不平衡。

以上分析的微妙之处甚至使问题更加令人惊奇：分析中对运动轨迹的长度毫无涉及。同ⅡA 水平的受试者一样，这些受试者根据动力学考虑了推力、高度和弹力(这些使球走得更远)，对运动轨迹的实际长度却没有提及。

第Ⅲ阶段及有关认识的结论

尽管这一阶段内有 2 个不到 11 岁的儿童，但一般说来，只有 11 岁或 12 岁的儿童才谈及最长路线、最长弧线等问题。

例子

塞勒(10 岁) 她是桑德(Sander)和德国心理学家所谓正当其时(real-time)发展的典型例子，也就是说，塞勒在不足 1 小时的询问中便通过了所有前几个阶段。她从ⅠA 水平开始，设法使球在倾斜的金属条上滚动。当实验者建议她使用盒子时，她把金属条置于其上，条的一端在盒面上伸出来，然后她轻击伸出的部分。她把球放在靠近盒子处，像ⅠB 水平的儿童所说的那样，这样能使球向前跑。之后，她把球放在条端，这就遇到ⅡA水平的旋转问题：这样会跑得更好，因为条更长，也把球抬得更高了；换言之，它可以把球射得更好。对于使用重物，她的解释也和ⅡB 水平一样：她把重物放在条端，因为重物在条的端点时，它会变得更重，并使球跑

得更远。为什么？*因为条几乎在转圈(旋转)*,*如在其他位置*,*条不会转*,*而是停在那里*。球为什么会飞得那么高、那么远？*重物在条端时*,*会把球射得更远*,*并使它飞一段更长的距离*。由此,塞勒进入第Ⅲ阶段,并用绘画的方式说明*长距离*的想法,标示球的一个起点位置及运行的弧线,她第二次画了一条弧度大而短的曲线。

蒂艾(10岁6个月) 他一开始便按ⅡB水平解释,并总结说,重物和条使球升高。他把支点固定在条的三分之二处,这样,*球会得到更大的力*。为什么它能飞得较好呢？它飞得较远。为什么飞得较远呢？*因为球在的这边条较长*,*球能得到较大的力*,*所以它飞得较远*。

麦克(11岁1个月) 他*把球放在条的左端*,*因为它会升得更高*。他把重物放在右端,支点固定在条的三分之二处,*因为这样就会变得更重*,*同时产生更大的力*。如果你把它拉下来,*它会跑得更快*。弹力从何而来？(他在球边表示了倾斜。)*条一开始便从那里得到弹力*,*它的轨迹也会变得更大*(他把球在两个不同位置的运动轨迹画了出来)。为什么球能离开呢？*是重物和条使得泥球离开*,*并使球运行*;*重物拉*,*而金属条使球运行*。

佳依(11岁9个月) 他犹豫很长一段时间,考虑把支轴放在何处。如果重物一边较长,*它会产生更大的推力*,*但这却妨碍了球*,*因为*(球一边)*越长*,*球运行得就越远*。是什么给它力呢？*推它*,*但条也做了点事*,因为如果球升得不是那么高,它(在空中)*运行的距离也不会那么长*。*最后*,*我们还是得使它各半*,*因为它俩一块运行*。*如果没有金属条*,*重物也就没用了*。

格尔(12岁7个月) 他的解决方法和佳依一样。

克雷(11岁11个月) 他同样理解金属条的长度所起的作用。如果使有球的一边变短,*力的大小总是一样的*,*但泥球不会飞得那么远*。为什么？*因为*(如果球)*在端点*,*它会升得更高*,(*它朝盒子运行的*)*路线就会更长*;如果把支轴移到右边,*泥球会飞得更远*。

尤欧(12岁) 他的陈述方法与上面很类似。如果把支轴移到右边,*球的运行路线会更长*。

米尼(12岁2个月) *她认为移动支轴会产生一个较大的角度*(她正在考虑弧线问题),*同时球也会飞得更远*。

德尔(12岁6个月) 他陈述的理由相同,然后总结说,*较大的半径会产生较大的圈*。最后他粗略地测量了一下运动的轨迹。

这一阶段有两个新的特点,重要的是确定哪个特点导致了另一特点。这些受试者都考虑到球运动轨迹的长度问题,但未能注意到到达点的顺序。他们也把这一长度与旋转半径(也就是球边的长度)结合起来考虑。塞勒一开始的反应水平较低,但最后还是谈到了*长的距离*。除塞勒这一中等水平外,所有受试者都明白,球的运动轨迹不仅取决于压力,或作用于条另一端的重物,而且也取决于球边的长度,即旋转半径的长度。

麦克说，*重物拉，金属条使球运行*。德尔的看法是，*较大的半径会产生较大的圈*。当然，第Ⅱ阶段的受试者对此问题不是十分明了，因为在他们把球放在条端时，只是说出球会因此而升得更高、飞得更远。尽管他们认为条的运动是旋转，但对他们来说，球飞得更远乃是某种推动力的结果。克维曾表示，（支点的球边）*越长，它把球射得越好*，这一说法是ⅡB水平概念化的良好的小结。然而，第Ⅲ阶段首次看到了这一情境的空间详情：旋转时的圈的弧线更长（米尼说是*较大的角度*），它所产生的*轨迹也会变得更大*（麦克）。重物的动力学的运动必须连同半径长度和此半径端点所描绘的距离一同考虑。佳依肯定地说，*如果没有金属条，重物也就没用了*。

下面再回到我们的问题上来：为什么如此简单的表现却出现得这么晚（在第Ⅱ阶段关于旋转概念中已经蕴含了这种表现）？受试者在寻找旋转半径长度的理由时，是不是直到最后才觉得有必要解释路线的实际长度（而不仅是到达点）呢？但为什么只有到了第Ⅱ阶段对动力学认识之后才产生这种认识呢？

毫无疑问，一个比较普遍的因素起了作用，这就是儿童对自己动作的认识。从ⅠB水平往后，有时甚至在ⅠA水平，儿童的动作通常都是成功的，但对其动作的认识却慢得多，因为看来它要遵从那些必然的连续法则。对于复杂动作（关于他们感知运动的作用过程），儿童认识的过程是从外到里，也就是从外部结果到内在的实施条件。例如，用手爬行对任何年龄的儿童来说都是容易的，而实际上却相当复杂，9岁或10岁的受试者中仅有三分之二的儿童能够正确地说出他的手和脚的动作。处于较低水平的受试者认为，一开始使用双手（因为按爬的方向来说，手在脚之前），然后移动双脚。至于弹弓，受试者的动作实施不甚复杂，因为他只需要轻击条端，或者使用重物而不是他的手。身体活动程序的连续性比较复杂，然而，我们却得出了类似的法则：对动作或物体的认识从结果（外部目标）开始，而且只能是逐渐地转向对于那些越来越多的初步状态的了解。

本实验旨在使球进入盒子。由于这些盒子都置于弹弓之前，球进入盒子的路线在开始就被概念化为一种简单的平移，因而出现了推或使球滚动的直接动作（ⅠA水平）。然后产生了这种想法：球离盒子越近，球在此方向上运行得就越远（ⅠB水平）。当儿童注意到条的旋转时，那种旋转速度与目标之最简单的协调的基础便是"推动"这一想法，因为球是被"扔"到空中，已不再是向前滚动了。于是，受试者对于动作结果的观察便被他的发现最佳推球路线的欲望所支配。当然，这就产生了按动力学因素推球所需条件的认识（第Ⅱ阶段），因为对于达到目标这一认识具有了一种在这一目的和动作本身之间的直接关系。于是在最终探究"怎么样"之前，便以一般意义上的"为什么"的形式探求"起因"了。受试者引出的"起因"背后，呈现的是目的和动作之间的直接关系。这种关系是在他们发现该怎么做才能改正其结果的过程中产生的。其结果在先前被认为是不可更改的，否则球就不能更靠近目标。在ⅡA水平，受试者发现把球放在条端可使球飞得更远。在他们看来，这就足够了，因为球飞得更好了，这种飞行起因于动力学的力量（力、弹力等）。受试者发现没有必要对飞行本身之"怎么样"和"为什么"进行解释。

其原因在于,在受试者努力发现"怎么样"的时候,他却返回去探究作为第一个"为什么"之结论所引起的机制方面的"为什么"这一难题。在此特定情境之中,一开始这种动作和目的的直接关系便使得这种返回去的探究成为必要。然而,从ⅡB水平开始,解释这种推动的简单起因(弹力、力或其他)便变得不一样了。受试者考虑悬垂重物和球之间的协调关系,由此便用标度进行推理(推动之"为什么"产生出对于"怎么样"的分析)。最后,由于从心理学角度讲这种连续顺序是必要的(它从目的或结果开始,逐渐导向那些初步的条件),所以最终便有了那些几何学的思考。受试者发现了旋转的必要内在条件,由此也就能够解释其外在的结果。

简言之,发展是按下述过程展开的。受试者最初注意的是动作的结果,而远不是动作本身,在这个实验中,结果就是球的最终位置。换言之,他看着想让球去的地方,并明白球的实际起始点。随着发展的进步,他更加注意动作本身,因此也更加注意他所说的事情发生的内在过程,并往往把归因于后者的因果关系同这种退步的分析联系起来。这就是在整个反作用运动过程中,受试者所注意到的事情取决于每一水平所把握的协调作用的原因。

动力和空间因素之间的矛盾

上面小结了这些反应方面的发展,似乎如果受试者发现球运行的距离取决于它的起点离条上的相对终点有多远(从ⅡA水平开始),就有了进步,而这种进步仅包含于对动作结果过程的逐渐认识。然而,这一认识并非仅取决于动作和物体可见特征的观察,它与进一步理解结合在一起,这意味着要掌握动力和空间因素之间的矛盾这一问题,这在整个第Ⅱ阶段已经存在。本着这一看法,我们又对30多名第Ⅱ、Ⅲ阶段的受试者进行一次补充研究。在进行关于距离L_1和L_2之间的关系问题时,这种矛盾便清楚地表现了出来。需要说明的是,L_1指重物和支轴的间距,L_2是球和支轴的间距。L_1必须有足够的长度,这样重物才能产生作用(第Ⅱ阶段运动直觉的开端);L_2也必须有足够的长度,以便使球飞得足够远(也是第Ⅱ阶段)。当然,由于条的长度是一个常数,所以如果L_2的长度增加,那么L_1的长度便减少,反过来也是如此,因而便产生了矛盾,并需要发现一种调和的或介于两者之间的方案。在受试者对这种矛盾有或没有认识的情况下,如何认识并解决这种矛盾呢?

正如已经看到的那样,距离L_2引起不少麻烦,受试者不得不去理解这一问题:为了使球运行一段长的距离,必须使球尽可能地远离目标,而不是尽可能地靠近,这是第Ⅰ阶段没有意识到的问题。从第Ⅱ阶段开始,受试者对增加L_1的长度都能理解,并认识到如果这段距离越大,重物就降得越低,因此产生的效果也就越大。然而,同时加大L_1和L_2的长度当然是不可能的,这便是所引起的新的、有趣的矛盾之所在。这种情况可

以用动力和空间因素相对立的概念进行分析，因为加大 L_1 的效果，基本上就是增加重物的动作效果，重物只不过是下降而已。这个问题很容易理解，因为受试者知道重物总是有垂直下降的趋势。另外，虽然加大 L_2 的长度与这个系统的动力有着自然的联系，但也会从根本上引起一个空间的问题，(正如我们已看到的那样)这是一个对于增加高度和半圆形轨迹的长度理解的问题。

在进行这个补充实验时，实验者一开始便向受试者提出这样一个问题：球必须从哪里开始才能运行得尽可能远？然后问：重物和支轴(C)放在何处才能使重物的效果充分发挥？随之是一些有关受试者不得不射出球的类似问题〔实验者建议改变(C)的位置〕。这样做的目的是想测定受试者是否积极地认识这种矛盾(许多儿童并没认识到这一点，甚至在掌握了这一矛盾的受试者中，也仅有一半能认识它)，并要发现受试者是如何掌握这种矛盾的。儿童在没有认识到 L_1 和 L_2 相互对立的情况下，亦能理解这种矛盾。

例子(ⅡA 水平)

里波(8 岁 5 个月) 他把支轴 C 放在 2 处(支轴在条上的位置为 1—10，1 最靠近右端，即重物边；10 最靠近左端，即球边)，球的位置离左端不远。*我原以为球会运动得更远，但并不是那样*(他把球放得更远)，*这样球会升得更高*。(他检查了一下。)你能不能变一变，把事情做得更好呢？(他把 C 放在 5 处，靠近条的中间)……*这样重物就能拉得更好*。那会发生什么变化呢？*那里*(距离 L_2)*会更短，球会运行得更远、更低，起飞得更快*。又把 C 放回到 2 处：*这里下降的距离不会很大，由于重物不会下降，球能飞得更远*。如把 C 放在 9 处，球和重物必定如何呢？*球必定变得更重，重物更轻……那同支轴在 2 处的情况一样*(未改变重物)。换言之，里波理解下面这个事实：在长边 L_1 处放一个轻的重物等于在短边 L_2 处放一个重的重物，这是正确的。然而，他只把这些力矩关系用于球，而忘记其运动轨迹的空间条件，这些条件在开始时他是清楚地理解的。

波尔(8 岁 1 个月) 他同样也把球放在条的左端，将 C 放在 4 处，他清楚地知道*这样球会跳起来*。然而，像里波一样，当他想到重物时，他便推断出下面几点：*当球远离时，它会更轻，因此飞得更远；当球靠近重物时，一切都变得更重，因此球不能飞得很远*。同样，当 C 在 8 处时(靠近球)，*球不会飞得远，因为重物转*(下降得太快)，*所以球不会飞远*。

乔斯(9 岁 1 个月) 他马上把球放在端点处。*就在端点这里；否则，球不会跳起来，而是沿条滑下去*。然而，当他考虑重物时：你怎样才能使球飞得更远？*多加重量*。如果再没重量可加了呢？*把支轴放在 6 处，让它更靠近球，球会飞得更远，这就变得更重了*。随之，他把 C 放在 2 处(靠近重物)，但他又设法把球靠近 C。球

会升高,因为它靠近重物,由此产生更大的重量。看到这样做毫无效果,他又把球放回到端点处说,在端点它会更重。它在端点处更重,就可以飞得更远。由此,他否定了球和重物之间的联系,仿佛后者的重量足以使球跳一段长的距离。之后,他又想把重物放在另一端,把C放在6处,这样,球离得更远,也就跳得更好。最后,他得出相当可笑的结论:球在端点处会给重物以重量(拉弹弓的重物)。第二次提问结束时,他仍坚持自己的观点。条的长度也起作用吗?是的,它会改变重物的重量。

把这些受试者和处于同一水平即弹弓实验中ⅡA水平的受试者相比较,就可以看出,只要仅考虑球和 L_2 的距离,他们就会明白球的起点位置和球朝盒子运行距离之间的关系。当然,他们对球的运动轨迹并未产生精确的想象。然而,如果他们一开始就考虑重物及重物与 L_1 之间的关系,他们对球的运动问题就一点也不清楚了。他们无法明白,他们对于情境的把握怎样才能与他们觉察到的有关重物边的力矩相符。当然,这些受试者的确理解到,从一定的意义上说,L_1 的距离越长,重物产生的效果就越好,因为它*能拉得更好*(里波),但他们距离真正理解力矩尚相去甚远,他们只知道重物的效果越好,它向下降得越远;或者说,条本身在 L_1 的重量加到了悬垂重物的上面;等等。不管怎样,重物动作和 L_1 长度之间的必然关系得到了正确的理解。一切有关球和球将置于何处才能达到目标的问题,都与重物或准力矩的问题相关。受试者似乎忘记了他一开始所说的话。里波为了增加悬垂重物的效果,把C从2移到5,并认识到 L_2 必须更短。然而,由此他却得出结论:由于重物的重量增加,球会运行得*更远*、*更低*、*更快*。他的这一矛盾是由于把C放回2处造成的。他然后说,如果把C放到9处,球会变得更轻,悬垂重物会变得更重(就力矩而言,这是对的),他不得不补偿这两者之间的差,以便能为C在2处找到某种相似的效应。简言之,在受试者不考虑空间因素的情况下,球的运动轨迹已不再仅仅取决于重物。波尔的观点与此相似,只有一点不同,即他认为球越轻,它运行得越远。由此,他得出一个可笑的结论:如果把球放在靠近悬垂物的地方,那里的一*切都变得更重*,球也变得更重,因此,*球不会飞远*;如果把C放在8处,悬垂物变得更重,从而下降得太快,以致球就跳得不好。相反,乔斯认为球越重,它就飞得越远,这是由重物和球之间的某种关系造成的。于是他便自相矛盾地说,球在一端的重量使另一端上的悬垂重物的重量增加了。总之,一旦受试者想到重物,他们便完全把事情混淆起来,而且他们也不再考虑空间因素的重要性,尽管他们开始时的推理和ⅡA水平的其他受试者一样好。

在某些方面,ⅡB水平的受试者的反应与ⅡA水平相似,但多少有所进步,因为他们认为 L_2 或条的长度能够把球射得更高,因此射出的距离也更长。然而,正如前期实验表明的那样,ⅡB水平和第Ⅲ阶段的不同之处在于这一事实:ⅡB水平的受试者尚未谈到有关球之运动轨迹的长度问题,而在第Ⅲ阶段却明确地提到了这个问题。难道这就是认识发展的唯一阶段?或者说,这是不是在理解方面以及在解决 L_1 和 L_2 之间的

矛盾方面取得了真正进步的征兆？

例子(ⅡB 水平)

勒欧(9 岁 4 个月) 他很快就明白球必须放在端点处，C 在 2 处，这样才有足够的弹力，同时球必须(比重物)轻，否则整个运动就会颠倒过来。然后，他发现力矩所起的作用，对此，他的解释颇具特色(由于把 L_1 的重量加到悬垂物上，条才发挥作用使得重量不同)。他解释说，如果 C 在 7 处，悬垂物就更重(尽管保持了它的绝对重量)，由此，它可以突然地拉到底，快得球没有时间获取它的弹力，球也就不会运行得那么远了。因此，如果 C 在 2 处，它的重量较轻，运行得更好。于是他发现(这是ⅡB 水平和ⅡA 水平的反应的不同之处)，如果 L_2 太短(他把 C 放在 7 处)，球不会升高，因为高度小，(所以)它不会有时间获取弹力，而且在更近的地方落下来。因此，他的结论是，球之所以走得远，是因为重量和高度。是的，两者是同时发生作用的。然而，他后来遇到了矛盾。既然重量取决于 L_1，高度取决于 L_2，你就不能同时增加这两者，你需要一根 4 倍长的条，那样就会干得更好。他设法找到一些调和的解决办法(如把 C 放在 7 处)，但这样就会出现重量大而高度不够等情况。于是他发现一个最佳方案：把 C 放在 2 或靠近 2 处(这正好和他的解释 C 在 7 处相反)，同时说，另一边的重量太大，它的能量太大，拉得太厉害，因此球来不及起飞……假如条更长一些就太好了。

依尔(9 岁 7 个月) 他一开始就把球放在端点，C 在 5 处。他明白，如果 C 在 7 处，这里(L_2)就太短了；如果 C 在 2 处，这里会变长，并把球扔得更高，因为条(L_2)更长了。然而，当他回想起球能飞起是由于另一端的重物，而且 L_1 越长，重物越重，他碰到一个主要矛盾：如果 C 位于 5，它会更重(与 C 在 2 处时相比)，但它的效果不佳，球也不会飞得那么远……我不明白。当 C 位于 7 时，问题甚至更大：重量减少而球仍能走得较远，这很滑稽。他未能解决这个问题。

蒂亚(9 岁 6 个月) 他看来也明白球必须放在条的端点处，如果 C 在 8 处，球运行得不如 C 在 5 处那么远，因为球向上摆动得要比重物厉害。然而，当他想到重物和力矩时，他一下子糊涂了：这可奇怪了，因为你把 C 远远地放到(2 到 5 的)中间，球会猛烈地起跳，后来(C 放在 6 到 9 处)，它不产生正常的效果，尽管此时重物更重了。

鲁欧(9 岁 6 个月) 他说，重物落下，球就离开。如果重物重，它就会突然落下，球就飞得更高。然而，在考虑力矩时又产生了矛盾。当 C 位于 9 处时，那就太好了，因为那很远，但结果并非如此，因为另一端(L_2)太短。因此他认为球的重量必须更改。当 C 位于 1 处时，如果球在端点，它会更重，所以，球在端点处会飞得更高，因为它更重了。

耶尔(10岁整)　他把C放在7处，陈述的理由和勒欧相同：(由于 L_1 的力矩)*重物更重，不过它落下得太快；而当C位于1或2处时，L_2 部分变得更长，球停留的时间也就更长(停在条上)，因此球飞得更远。为什么？当球所在的那边更长时，球得到的推力更大*。他总结说，重物是关键因素，一切都与重物有关，至于长度(L_1 和 L_2)，*你必须让它们各半(C=5)，既不要太长，又不要太短*。

皮尔(10岁3个月)　他把C放在5处，球放在条的终端。后来他想到力矩的作用，便把C移到9处。*是的，这样可使球更重，并给它很大的弹力*。由于情况并非如此，他便把C移到7处，然后又移到2处，并且说：*当C在7处时，由于重物这边的重量很大，所以它下落得太快*。

赫尔(10岁5个月)　陈述的理由和皮尔类似。*当C在7处时，重物更重，但球不会运行得很远，因为球的那边(L_2)不很长，所以它不会跳得很远*。

利斯(10岁5个月)　他争论说，*当C在4处时，它(比在2处)更重，但它拉的效果不佳；而C在2处时，条(L_2)更长，它能推那东西(球)*。

与ⅡA水平的受试者不同，一旦开始想到重物，他们马上就会想到 L_2 的长度问题，同时也想到 L_2 投射球的作用，因而就出现了 L_2 和 L_1 两个变量之间的矛盾。并不是他们中的所有人都意识到这种矛盾，而且他们中的大多数也未能解决这一矛盾。认为已经找到解决办法的那些受试者认为，球边应该更长(勒欧)，或除其他想法外，选择各半的解决办法(耶尔)。然而，这些例子都很有趣，因为它们比ⅡA水平更清楚地揭示了这一矛盾，指出 L_2 所起的作用并不能使动力和空间两种因素进行有效的协调(轨迹的形状和长度)，所有的重点都置于前者。正如我们先前所看到的那样，只有第Ⅲ阶段的受试者才清楚地提到球之运动轨迹的长度问题。ⅡB水平的反应表明，这个水平的儿童对它缺乏认识的原因是由于缺乏对它的理解，因为 L_2 基本上仍起动力作用。其主导思想(勒欧、耶尔和其他受试者)是，如果 L_2 太短，*球就没时间获得弹力*，这主要是因为得到 L_1 帮助的重物下落得太快(耶尔和皮尔)。勒欧甚至认为，球的重量随着 L_2 的加长而增加，因此，球就变得更重，这和ⅡA水平是一样的。其他受试者不去理解，但很清楚，他们中没有一个人能恰当地想象出运动轨迹的形状及长度，因此也不能在空间因素和由重物引起的旋转动力之间进行协调。

三分之二的十一二岁的受试者在补充研究中达到了这种协调，并清楚地谈到球之运动轨迹的长度问题。8个10岁的受试者中有3个已经提到了这种长度；而在14个9岁的受试者中，仅有1人做到了这一点。下述受试者的水平可以归类为介于ⅡB水平和第Ⅲ阶段之间。

例子(介于ⅡB水平与第Ⅲ阶段之间)

维克(9岁6个月)　他似乎一开始便理解到，*如果重物在端点，泥球也在端*

*点，球就能得到更大的力。为什么？因为整个金属条的力都在那里，而且重物更重，球能飞得更远。*然而，如果重物远离端点，*它的圆周就不会足够大，也不会得到任何弹力。*但是，由于考虑到重物和力矩所起的作用，他建议把球移得更靠近中间。*在条的端点，会产生更大的圆周，但力就小了*(C在2处时的重物)，*所以球在中间时会飞得最远。*由此他找到了最佳的情境，但他的解释却陷入矛盾之中：*球飞得更远是因为飞行路线的长短合适，重物能得到更大的力是因为它的路线较短。*

米尔(10岁1个月) 他把C放在5处，球放到端点。当他考虑力矩时，他把C放到6处。*这里多少好一些，因为重物更重了。*说完之后，他把C放到4处，因*为射球的边*(L_2)*更长。*他又把C放到3处，*这里会更重，因为这里*(悬垂)*的重物也用条*(L_2)，*条往高处升，所以这里仍然更重……动力也多少大些。*然而，当他看到C在2处效果更佳时，他便说，*真有意思，我明白但又不明白：在这里，条能把它射得更高……*可能也更远。他认为远近取决于速度：*如果球起飞时不是很快，它也飞得那么远吗？*之后，他改变了想法，由于有重量和条(L_2)，*所以才能使它升高。*最后，他协调了重物和运动轨迹：把C放在7处，*即使重物更重，它也不会运行得那么好，条的路线不是那么大，所以它也不会飞得很远。*

虽然维克开始的水平几乎和第Ⅲ阶段一样，但重量问题很快地便搅乱了他的思路，最后他把球边距离和球运行距离之间的关系用到了重量上。而米尔则不然，他立刻意识到矛盾之所在，最后利用第Ⅲ阶段的协调水平解决了这个矛盾。

例子(第Ⅲ阶段)

格尔(11岁4个月) 他很快便认识到，如果L_2太短，它不会拉得很远。*在5处，球会转更大的圈，飞得更高，是重量把它扔得更高。*C在4处时则更好些，*因为条*(L_2)*较长，会把它投射得更高……球转的圈更大，所以飞得更远。*

赫安(11岁1个月) 他认为，当L_2的长度增加时，*在它旋转时，它旋转的路线更长，也就运行得更快。这就像骑自行车，如果我骑大轮子车，我会跑得更快。*

尼尔(10岁10个月) 他立即把C放在3处，球放在端点处。*这边的条*(L_2)*越长，球飞得就越远。*

在未减少动力因素作用的情况下，这些受试者最后都把动力因素和运动轨迹形状及长度条件之间的关系作了协调，从而理解了改变L_2的长度所起的作用问题。由此可以明显地看出，ⅡB水平所描述的认识发展阶段是与理解方面的进步紧密地联系在一起的。为了证明这一观点，有必要单独研究认识问题，并分析动力和空间因素之间的矛盾。为什么在这么长的时间之后，受试者才开始认识到运动轨迹的空间因素的重要性，而不再仅考虑重量和力矩的动力因素了呢？他们对情境的认识所起的作用看来是不可否认的。令受试者感兴趣及首先注意到的，只不过是球飞得更远或不那么远，而不去考

虑球起跳得是否高、落下的距离是否远，以及球运行的轨迹是圆还是直线。只有在第Ⅲ阶段，受试者才注意运动轨迹的形状及长度。因此，理解过程也就很重要了。当然，L_2是绕着C旋转，而且运行的是圆轨迹的半径，理解这个问题要难于注意到运动轨迹的形状和长度，后者只需要掌握飞*得远近*取决于L_2的长度，而无须考虑它运行的作用形式。事实上，认识的发展就像理解的发展一样，它总是从“为什么”到“怎么样”，同时，后者总是为“为什么”的“为什么”提供答案，这又是通过对问题的回归置换进行的。因此，认识和理解看来肯定是相互依存的。

第十一章 飞 气 球[①]

在这个实验中，为了获得所需结果，要求受试者进行或解释某种动作，而这种动作对受试者来说，似乎是以完全错误的方向来达到目的的。有一种瑞士的被商业用语称为"飞气球"的游戏，该游戏包括移动一个控制气流的杆和一个使气球升起的倾斜风箱（向下，图 4）。在这两种情况中，认识取决于这些调整的主动性如何。但正如第十章所描述的研究那样，有趣的是发现受试者何时才对这些现象或他的错误作出解释，受试者准确地记得他所观察到的事情，或其观察是否受到歪曲，如果真的受到歪曲，那就探明"为什么"。

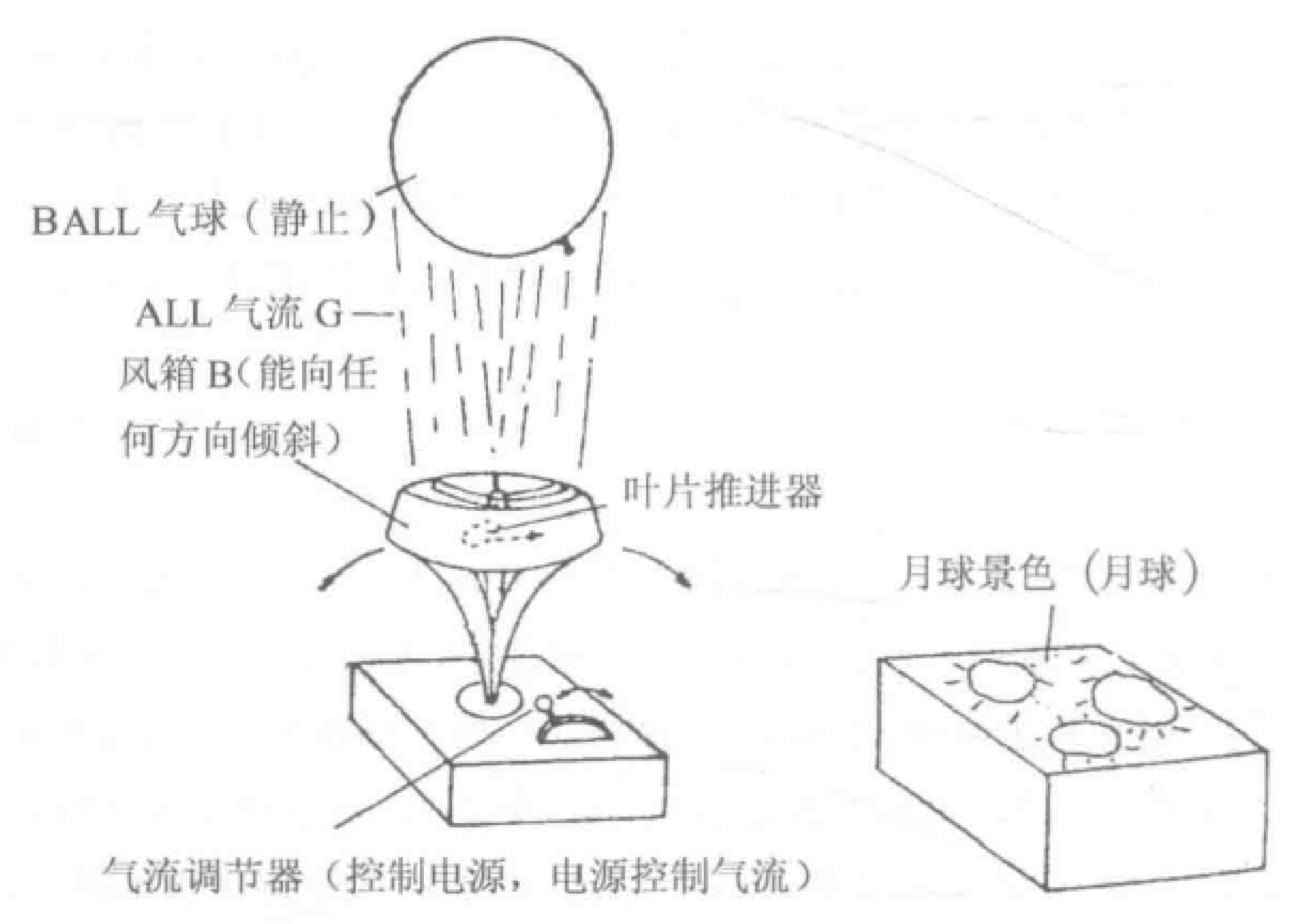


图 4

本实验所用装置包括风扇，我们称之为风箱（B）；一组由马达驱动的叶片，其速度由气流调节器调节。从风箱里出来的气流（以后我们称之为气流 G）的速度之大足以使气球停在空中而不会掉下来。受试者有双重任务：他必须用一只手调节气流的速度，用另一只手将气流导向正确方向。这两项调节是困难的，如果气流过大，气球就会被吹跑；而气流过小，那么它就会掉下来。另外，如果风箱的方向发生变化，气球就需要有稳定住的时间，而人则必须等待这段时间，同时，又不能调节气流。此外，所有的动作和调

① 与艾力克斯·布兰切（Alex Blanchet）合作。

整都必须缓慢、平稳地进行,绝不能发生任何中断的现象。两个基本任务能够使受试者学会如何使气球停在所需的高度,然后把它导向一个选定的点。通常要求受试者解释他们所犯的错误。一旦受试者掌握了这项操作,实验者便要求他们使气球从一个水平的绳子上越过去,然后让气球沿着绳子运行,绳子可以拉成不同的方向。最后一项任务也是困难的,因为各种调节必须同时进行,而最主要的是当风箱倾斜时,气球是上升的,而不是下降的。再者,当气球飞远时,受试者总是不正确地加大气流——只有在方向不变时,这样做才是正确的。然后交给受试者一个难题,让他把气球送到"月球"上去,也就是,送到一个距地面 30 厘米、距风箱 50 厘米的塑料制成的上面带有坑的盒子上,然后再让气球回来。当然,我们不能期待儿童对这种极为复杂的难题中的现象作出恰当的解释。然而,通过询问儿童错误之所在,我们常常可以取得一些自发的解释,而这些又可以在此后改变儿童对于动作的概念化。

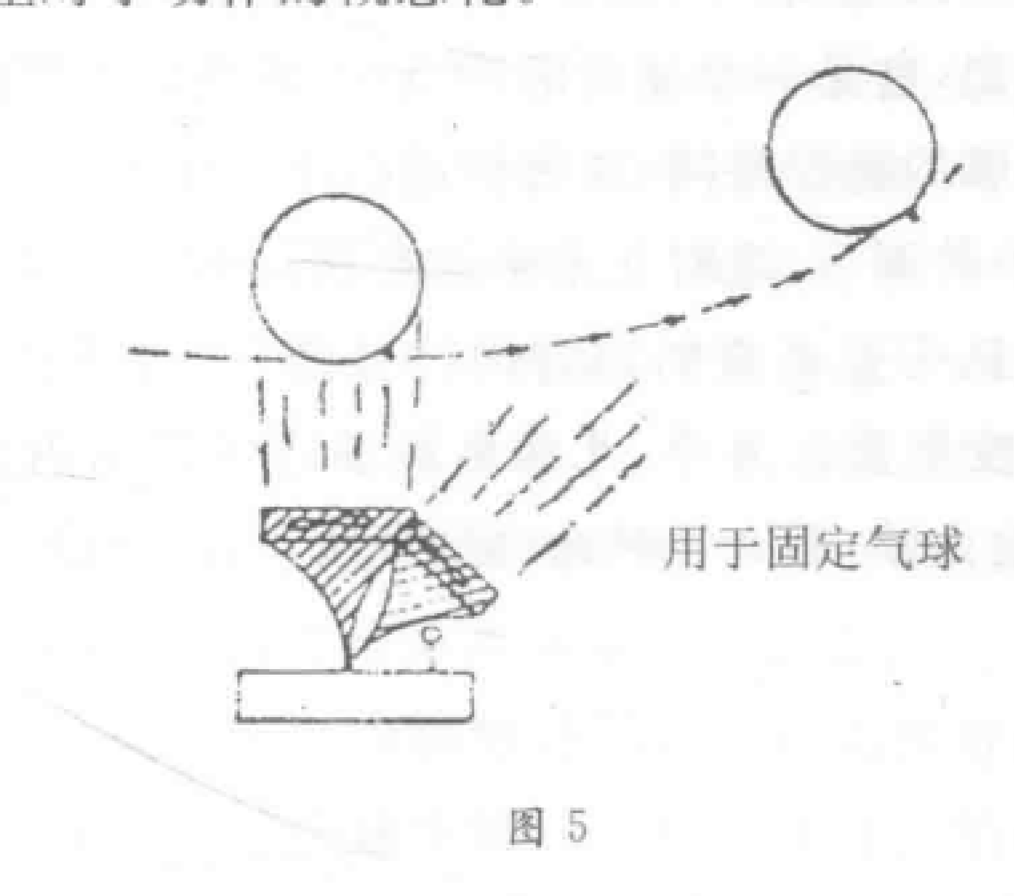


图 5

第Ⅰ阶段

ⅠA 水平的受试者(5 岁)有两个有趣的反应。他们总是不断地加大气流(G)(通常从最小到最大),似乎这是一个为了使一张薄纸或一根毛线不致落下来而需要对它们不断地吹的问题。实验者的问题或失败使他们回想起,在解决问题的可能性同他们第一次看到的材料有关之前,他们也不能通过改变风箱的位置来调节气流的方向。

例子(ⅠA 水平)

佛欧(5 岁 3 个月) 你可以动任何东西。(她转动 B。)它是旋转的。还可以移动什么?(她打开了气流开关。)它们可以继续动。我想让你把气球升高,升到我手那么高(B 是垂直的)。(她小心地加大气流,但没移动 B。)我不想让气球飞起来。但你刚才让它飞起来了。(她把 B 翘了一点,气球飞了起来。)朝我手这边来。(她

仍小心地加大G,但没改变B的位置。)你再动什么就能让气球到我手这来呢?(指了指调节G的变阻器。)这里还有什么东西吗?*有*。你还能动什么呢?*动那*(B)。每当她做下一个动作时,她都是这样描述(这在此年龄是常见的,动作的描述总是不断地重复)。只有当实验者问她"以后怎么样"时,她才会倾斜B并调整G。即使到了这个时候,佛欧依然对B的作用不甚了解,不知道调整方向(其实她已正确地调整了)。这一切表明了她认识的不完整性。

为什么这个水平的受试者对B的方向的重要性毫无察觉呢?原因在于他们对空气的认识。空气流动的方式与一个可移动的固体移动的方式是不同的,哪里需要,空气就往哪运动。结果,儿童以为只要气流足够大,它就会把气球推向目标。

ⅠB水平在两个方面取得进步。儿童能使风箱指向为气球设置的不同目标方向;他们不总是加大气流,有时甚至减少气流量。几个儿童取得了成功,尽管他们的成功不是系统的(对这个年龄来说,这是一个显著的特点)。成功的主要障碍是,在每做完一次调整后,儿童不给气球足够的稳定时间,便很快进行下一个调整。本实验情境包括对这个系统内的物体进行逐步的调节,这对儿童来说自然是不可理解的。由此,他总是设法自己控制每一件事,在他认为是必要的地方进行补偿,但这些补偿却导致了相反的效果,因为他总是过快地改变气流。另外,儿童显然没有认识到倾斜风箱将使气球上升。如果通过尝试与错误能这么做,那么他对此也没有认识,甚至也意识不到这两者之间的关系。

例子(ⅠB水平)

奥列(6岁2个月)　他一开始便连续地加大气流,然后慢下来。他使气球朝目标运动,但它的返回却极不平稳(事实上是一系列的"停停走走"的运动),最后气球落到地板上。为什么?*因为那里再也没有足够的空气了*。他也成功地使气球越过绳子,尽管在这么做时,他曾倾斜过风箱,但他并没把气球之上升归因于这一动作。你是怎样让气球升到正确的高度的?*我加速了*。我说的是升到正确的高度。*我先加速,然后让速度降低*。

显然,尽管这个儿童能使气球上升,但他对风箱方向所起的作用却毫不了解,甚至对于使风箱倾斜而不是竖直这一事实也不甚了解。最后他仍认为他曾加大了气流,因而便按照他认为应该发生的事情而歪曲了观察。这是第Ⅰ阶段经常出现的现象,这种现象有时也会发生在较高水平的儿童中。由此可见,这个水平的概念化仅存在于对动作之连续的回忆方面。在这个儿童所做的动作之中,没有为达目的而做的全面计划或推理,他错误地把气球高度和所施加的力联系起来。

ⅡA水平

ⅡA水平的受试者(七八岁)可以正确地调节气流,并能够把自己动作的调节和物体本身的调节区分开来。

例子

维尔(7岁5个月) 在仅仅试了二次之后,他便把G置于恒量。为了改变气球的方向,他只倾斜了B(不平稳),直到找到了正确的方位。除未把气球弄到月球上之外,他都成功了。告诉我应该做什么。*拉这根杆(气流调节器),把它拉到这里,让它(B)抵住月球,再打开气体开关,把那(B)翘起,加大气流,稍微低一些(B),减慢,再减慢一点,再抬起一点,突然停止。*失败之后:*一开始我拉得太厉害,气球飞得太远了。你应该把它(B)放低并减慢,稍微加大一点,然后回来(把B放回垂直位置)要快。*他终于把气球送到月球上,甚至使它返回来了。*我把B稍微翘起一点,就把它从底部抬了起来,然后我让它这样移动(B竖直)。我动作慢下来,气球升的高度正好,我停下来,它便落在正确的位置上。*

所以,在这个水平上,较好的主动调整是和对动作的较好认识一致的。此外,他们的动作业已说明他们已经有了一个赋予每一动作一种目的的全面计划,并时刻注意到量的问题。虽然这里的量并非计算性的,但却相当精确:*稍微慢一点,越来越慢,稍微加速,不要太多的气,既不要太多,也不要太少,就在中间,这样气球会停在同样的高度*,等等。除此之外,受试者在多数情况下能够描述其错误并在现实中纠正了它们。因此,这种以运算水平的认识为基础的概念化一般是正确的,这种概念化使受试者能回顾一系列的动作(就像维尔那样),有时会产生某种最初的因果关系解释(在气球开始返回时,把风箱完全倾斜)。然而,他们依然存在着对这种自相矛盾关系的某种曲解(为使气球升起而使风箱倾斜;维尔只是在气球起飞时,才注意到这一点,而这也是比较容易把握的,除此之外他便意识不到了),儿童仍认为气流的密度必须和气球的距离成正比。事实上,由于他们对自己的动作和装置的反应作了区分,所以他们甚至更确信这种不正确的关系。

ⅡB水平

ⅡB水平(9岁或10岁)揭示了一种极不寻常的情境,该情境代表了这项研究中最

有趣的特征。尽管有些情况和上述的类似(由于预先想法的影响,认识和概念化便歪曲了那些可观察到的特征),但对于这个阶段的大多数受试者来说,这个过程可分为两个阶段。他们或多或少地正确描述实际所做的事情,其中包括那些难懂的或自相矛盾的方面(而在ⅡA水平,总是对这些加以曲解)。然而,在最后小结的时候(在小结时,他们或多或少地带有因果关系的解释将再出现),在第一种解释的影响下,他们曲解了事实。这种曲解是以一种倒摄的方式出现的,因为它对于先前的说法和对动作最初的概念化重新进行组织并与之矛盾。

例子

玛尔(10岁4个月) 她试图让气球沿绳的水平线运动,她正确地注意到通过移动B(向下)而使气球升到合适的高度。你移动B时,气球怎么样了呢? *它升起来,随后又落下了*。你怎么调整它呢? *使劲动*。(向下多扳了一些。)后来再让她做这个动作时,她一开始就不加歪曲地描述了这些动作,然后便开始解释这些事实。在解释的过程中,为了使其动作和解释相符,她似乎不再知道她想起了些什么以及必须做些什么。气球返回该怎么做呢? *把B扳下去*(正确)……*不,再扳高一些*。是高还是低? *扳高*。那你该怎么做呢? *再多加点气*(正确)。多加一点儿气吗? *不,嗯……少加点气*。你能肯定吗? *是的*。

卡尔(10岁8个月) 他的解释和玛尔类似,他说,*如果我翘起风箱,它会自动地那样运行*(弧线降低)。然而,他清楚地记得所说的和自己的动作。*刚才我恰恰做反了,我本该让空气少出来些*。他强调,在一定的条件下,*我放出的气较少,但我现在想到了这一点,你该多放点气*。由此可以看出,他在此之后的解释先于他成功动作的实际经验。

当卡尔想用气球做另一种尝试,并发现他刚才所说的不对时,感到很困惑。他开始认为不是他的想法,而是物体本身之中存在某种矛盾,所以他想寻求一种妥协的办法。

卡尔(继上)把风箱向后推直,加大气流,然后总结说,*好了,现在空气歪着吹,气球降低了*。低了吗? *是的,你看。我刚才这样做了*(抬起了B)。*我不知道怎么会发生这种情况,它应该往高处飞*。那样正常吗? *那不正常,那不对,因为它在那里降了下来……可能我把B拉直时,某种东西使推进器减速了,我也不明白*。

像欧里(10岁1个月)一样,其他受试者认为气流的方向会影响气球的重量。第Ⅲ阶段的受试者的反应与前几阶段几乎没有什么不同,只不过这阶段的受试者更加注意事实的积累(尽管这并不普遍),同时对矛盾和难解现象的认识比较明确了。克依(12岁9个月)说,*是的,那是关键。我知道那正是我不明白的地方。关于高度,我根本做不到*。此情境的极大困难来自因果关系的循环论证,它类似于受试者尝试与错误过程的

循环。如果对一般存在于物体的运动和受试者动作的因果关系的解释相似，那么，对于受试者来说，对前者的修正机制和调整的归因便远远难于对简单运算的归因。事实上，发明控制论模型的时间如此之晚并非没有原因，这种模型需要不断地对人类活动或生命过程进行分析，并从中得到启发。甚至（或主要）对现实的思想来说，显然要遵从基本的逻辑数学运算（诸如加法或转换），这些运算和我们自己的运算是类似的；如果赋予现实不同的更正或倒摄（反馈），这似乎更令人震惊和从本质上是一种拟人化。

毫无疑问，正是由于缺乏线性的因果关系分析，才会有儿童对这种情境认识的特点。我们在各种不同研究中已注意到，动作方面的成功要经历一个对它理解和对它认识的过程，而后者又是在从外部结果的可见特征到受试者的动作这一过程中形成的。此外，在物体的可见特征和某些预先想法之间持续存有矛盾的情况下，前者受到了歪曲，而这些歪曲又影响了受试者的认识。所有这一切都延续到ⅡA水平。然而，在ⅡB水平，情况发生了变化，通常，在这个水平上，困难有所减少或被克服。从ⅡA水平开始，由于不断加强对不成功尝试的理解，受试者一方面努力对物体和动作进行更为准确的观察，因而就出现改进了的描述；另一方面，当要求解释时，他会遇到存在于观察和自发的想法之间的矛盾（而这种想法曾在更为简单和易懂的事情上证明是正确的），这种矛盾如此之强烈，以至于削弱了他的某些观察，并反过来修正了他的想法。为了符合他较早的概念化，而不是为了符合他的客观反应，便产生了特殊的、自相矛盾的情境，而这种情境是关于其动作认识和对物体的理解“事后（after-the-fact）”的修正。

第十二章　铺轨筑路①

本实验要求受试者在事先固定好的 A、B 两点之间构筑一条铁路。A、B 是已经放在桌上的两条直轨的两个端点。要求受试者把一定数量的弯轨和直轨固定于 A、B 之间,以形成数条可能形成的路线。正如这本书中的其他研究那样,我们观察到了儿童在相继的每一阶段中都有进步,在本实验的每一水平中,在完成这些任务方面所取得的成功并非很快,我们设法找出下列问题的答案:受试者的动作成功时,他的概念化认识的内容是什么?此外,根据这种认识是与可见特征相关还是与协调相关,“经验”抽象和“反省”抽象两者所起的作用各是什么?实际上,这些难题基本上与空间有关,假设受试者的几何学和物体空间是同构的,那么,在此过程中后者便会与其暂时、静力和动力的内容分离。在下列实验中,这一内容仅起次要作用。

本实验使用 5 根塑料直轨和 8 根塑料弯轨(其中 4 根弯轨可以弯成圆圈)。(a) 每根轨都有一个凸端和凹端。(b) 轨是对称的,无所谓上面或下面。(c) 这样,翻转弯轨的对称轴,每根弯轨既可向左弯也可向右弯。(d) 所以,转动任何一根轨的纵轴,都可使轨迹匀称,而无须拆卸任何部件。(e) 也可以转动任何一根轨的横向轴,以形成相反的轨线,而无须拆掉整个路线。然而,这种旋转会使凸凹两端反向,因此,为把新轨安在 A、B 之间,受试者同样必须纵向旋转每根轨。(f) 最后,由于每根弯轨的长度皆为圆周的四分之一,因此,铺设一定长度的路线,既可用 n 根直轨,也可用 $2n$ 根弯轨。

实验者把 2 根直轨放在桌上,之间的距离等于 3 根直轨的长度。在整个实验过程中,这 2 根轨的位置不动。他向受试者说明如何通过既可从下而上,亦可从上而下地把几根轨连接起来,然后他提出下列任务。(1)“所有轨的任务”:把所有轨放成一堆,要求受试者在 A、B 之间建成一条路线。(2)“4+1 任务”:只给受试者 4 根直轨和 1 根弯轨,要求他在 A、B 之间建成一条路线。一旦他成功,再要求他用同样数目的轨,建尽可能多的路线(可以有 6 种)。(3)“6+1 任务”:受试者用 6 根弯轨、1 根直轨在 A、B 之间建路。在成功之后,还是要求他用同样数目、相同的轨建尽可能多的路线(还是可以有 6 种)。(4)“8+1 任务”:要求受试者用 8 根直轨、1 根弯轨在 A、B 之间建路。同样,再要求他使用相同的轨建尽可能多的路线(总共为 20 种)。(5) 在任务完成后,实验者画一幅表示每一条路线的示意图,要求受试者思考一下,为帮助他的朋友做同样的工作,

---

① 与奥伯托·缪纳里(Alberto Munari)合作。

他打算给朋友提什么建议。

这个实验所用的物品和实验程序与书中介绍的其他实验(例如，第二章介绍的投石器，第六章介绍的跳筹码)情况不同，在这个实验中，这些物品和程序不能立即与受试者的动作相适应，开始时它们总是相抵触。这并不是由于受试者对原因特性不明白，而纯粹是因为物品之恒定的或暂时的形状(直线、曲线和位置)总是与受试者的操纵想法相矛盾。在某些情况下，他们这种矛盾心理会持续一段时间。在这一章中，有3个因素需要加以仔细研究：物品之特性、动作和概念化。除动作和概念的联系外，这里又出现有关“抽象”问题〔或者是经验抽象(产生于物体)，或者是反省抽象(产生于动作之协调)〕的原因之所在。轨的凸凹端可以认为并不复杂。由于它们同时既是单向的又是对称的，而且正反两面完全相同，所以，即使受试者在不得不翻转或旋转它们时，其操作也是容易的。恰当地使用这些物品涉及联系以及变换这些物品(旋转某根单轨或整个路线)，只有通过与几何学一般内容相联系的反省协调，才可能成功。

这方面，有趣的是，旋转一根直轨会形成“二元群(a two-element group)”，旋转一根弯轨或整个路线则形成基本的“四元群(a four-element group)”[克莱因(Klein)群或INRC群，但与后者不同，前者与“一组要素”无关]。此外，如果在放置轨的时候记上数的话(A、B除外)，那么会发现，由于将要建造的路线长度不变(等于3根直轨的长度)，因此，在Ⅱ、Ⅳ任务中，每一路线中的直轨数显然必须是奇数；在“4+1任务”和“8+1任务”中，它必须纵向摆放；在“6+1任务”中，必须是偶数，横向摆放(否则不可能建成路线)。

翻转某根直轨会产生我们所说的“单转”，翻转弯轨时则为“双转”。绕纵向轴旋转某个路线会产生对称结果(在不拆卸情况下，这是可能的)，绕横向轴旋转某个路线会产生不对称的结果(这需要颠倒凸凹端)。

ⅠA水平：不旋转或不对称

例子

比尔(4岁6个月) 他想像使用直轨那样使用弯轨，但未能在A、B之间建成路线。他从A处出发，先摆了1根直轨，然后是1根弯轨，又是1根直轨，从而形成一个直角。然后他拿1根向右拐的弯轨，这本可以把整个路线引回到B，可他却接上2根向左拐的弯轨，此后又加上2根直轨，这样就把路线引到离开B的一边。他的其他尝试也都与此类似。

佛尔(4岁6个月) 与比尔相反，她只选用了直轨，并直接把A、B连接起来。

这太容易了。用这些(4根弯轨和3根直轨)来连接。(她建了一条直的路线,然后她又不相连地用4根弯轨摆了个圈,她并不想把圈封口。)这根(最后一根弯轨)不行。你怎么用那些(8根弯轨、3根直轨)接到B呢?(先是直轨,然后是2个圈,每个圈都是由4根弯轨组成,但第二个圈仍未接到B。)你不能做这件事。你肯定吗?我肯定。实验者把所有的轨都给了她,并变换了固定轨A和B的角度(倾斜,等等),但佛尔只能摆出直段和圈。你不能把A、B连接起来吗?*不能,你必定在此处转弯(圈)。*

安妮(4岁6个月) 她一开始也只使用直轨,由此取得了初步成功。使用这些轨行吗(4根弯轨和1根直轨)?(她摆上3根弯轨,第3根朝A返回。)不行,我*又把它转回来了*(等于朝B)。(她把摆好的拆了,又重新摆,这次她用2根向右拐和1根向左拐的弯轨,这本该连到B。然而,她又加上另一根向右拐的弯轨,也就使整个路线转了个直角,离开了B。)这也不好。你想要什么呢?*一根直的*。(她重新开始:向右拐的弯轨、向左拐的弯轨,然后是2根直轨,这时已距B不远,但她最后以2根向左拐的弯轨结束,这样就构成了一个回到A的环。)如果我拿走这根(第二根直轨),你认为我们会成功吗?不会。(然而她这样做了,又摆上向左拐的弯轨和向右拐的弯轨,并取得了成功。)*这很像一个盛鱼用的碗*(弧度小)!还有别的方法吗?*没有了*。(她又用同样的方法开始,但终点在A的底下,而不是靠近B处。)这样做怎么样?(实验者放上3根弯轨,把整个路线放在水平线AB之上。)*很好,我们可以摆出一条好看的蛇*。(她摆出下一个拐弯,其方向相反,因而靠近但未达到B。)

卡特(4岁6个月) 她开始使用一根直轨,然后用2根向左拐的弯轨,这样就离B越来越远。第二次尝试时,她先在A处用1根直轨,然后在B处也用1根直轨,但最后和上次一样摆了个环。*我不知道*(怎么做)。后来她不再使用弯轨,在A、B之间建了一条直的路线。她用4根弯轨、1根直轨摆了同样的环,但是对称的(她未注意到这一点),之后使之靠近B,但未接上。我们能不能把轨放得稍微不同呢?不能(她拆了整个轨线,又摆了个几乎一样的路线,但仍未接到B,仿佛她不能改变最后一根轨的位置似的。)难道你不能用这根轨吗?*你不能用它*。(她拿起另一根,把它放到左边,而不再是右边,并取得了成功。)我们能不能用同样的轨摆别的路线,但一定用不同的方法?*能用不同的方法摆*。(但她未摆成。)我想要一条朝另一个方向转的路线。(她在A处摆1根直轨,在另一方向摆1根弯轨,然后继续摆,离B越来越远。)*我不知道怎么摆它*。

尼克(4岁6个月) 他开始建了个直的路线。他拿起4根弯轨、1根直轨,把直轨放在A处;在B处放1根弯轨,再放1根弯轨,方向相同,由此这2根弯轨分了岔。这还是不对。是这根轨。(实验者做了一个仿佛旋转中间轨中的一根轨的动作,尼克取得了成功。)从这里(B)开始怎么样?*我认为你能行。你应该从这转*。

(他像刚才看到的实验者的演示那样,翻转了一根中间的轨。)*好,现在一切都对了*(但他的路线远离了A)。

菲依(4岁8个月) 在从所有轨中任意选用时,他取得了成功。但在"4+1任务"中:*我不能让路线走得远到这里(B),因为这些轨按这个方向走*。(他让轨朝背着B的方向走。)

那尔(5岁1个月) 像菲依一样,他在"4+1任务"中失败了,但在"6+1任务"中几乎成功。然而,他不是转动最后一根轨,而是说,*我们应该再拿1根,让它一直接到那里*。

索恩(5岁2个月) 把一根直轨放在她整个路线中间,从而成功地完成"4+1任务"。我们能不能用同样的轨建另一条路线?*不能*。如果我们把它们换一下呢(即把最靠近A的弯轨和最靠近B的弯轨换一下——反向法)?*可以,试一试吧*。(她最后摆出2根岔开的弯轴。)*这就使两端像那样了*。(分开轨之后,她成功了。)如果像那样呢?(实验者放1根直轨和2根向左弯的轨。索恩设法从那里继续进行时,她失败了。)*你应该把这2根拿走*。(她又放了许多,最后摆了一系列的直轨,只有1根弯轨无法放进去。)*我们这里仍需1根直轨*。

泰恩(5岁7个月) 她的反应和索恩类似。当她放的最后一根轨离开B时,实验者说,我们为什么不把它稍微向另一边的上方移一下呢?*对*。(她拆卸了整个路线,从而取得了所建议的旋转的效果。)

布艾(6岁4个月) 她一开始使用一根直轨,然后用弯轨,最后形成接回到A的环。她多次变换所使用的轨,仿佛她认为这些轨不能翻转,于是她总结说,*全都一样,它们放的是错误的一面*。在重新以同样的方法尝试之后,她说,*它们的正反面不对。我来帮你做"4+1"*。(又做了一次同样方法的尝试,不同之处仅在于使用了不同的弯轨。)*不行,这绝不能做到*。(又给了她4根弯轨和1根直轨。她把直轨放在B处,4根弯轨放到A处,改变了向左拐和向右拐的弯轨的位置,但整个路线的方向错了。)*那太直了,然后它*(从A处)*拐了弯*。最后她摆的弯轨是正确的,但仍认为由于轨端的原因,不可能改变直轨的位置。(她没有想到可以把轨翻过来。)

这些反应的最显著特征表现在受试者对于物体以及在轨一旦放在桌上时对于轨之形状的看法上面。受试者除能想象出从A到B的一条简单的直线外,他们丝毫也不能预测整个路线的形状。菲依的说法总结了这些受试者的总体态度,他说,*我不能让路线走得远到这里*(B),*因为这些轨按这个方向走*(离开了B),仿佛他自己不能随意控制轨之方向。

当然,这种想法的产生是由于缺少对于弯曲轨线的认识。在其他的研究中(如第六章跳筹码游戏),物体进入盒里之前,受试者就能够想象它在空间运行的弯曲轨迹,这一水平的儿童表示出到达盒外底部的一条直线,然后再翻到顶上进入盒内。同样,在本实验中,受试者没有预测出各种可能的水平弯曲轨线,只能预测出从A到B的一条直轨

线，因而就出现了佛尔、安妮和其他受试者之初步而极为有限的成功。甚至当受试者已经偶尔摆出了正确的弯轨时(如安妮所说的鱼碗)，他们也不能重复。

然而，受试者之不能预测整个路线，尽管的确说明了受试者每次放一根轨的需要，但这远非这一水平很少成功的唯一原因。在放完每一根轨之后，受试者为什么不问一问自己：这根轨是把整个路线引得更靠近，还是更远离了目标呢？如果出现后一种情况，他本来可以做任何改变，或设法把它翻过来，让它(向左或向右)指向 B 的正确方向。然而，引人注目的是他放好了一根以后便再放另一根，而不管该轨引导的方向如何。他显然把该轨看作唯一可能的，或其位置也是唯一可能的，仿佛他已注意到一个预定的结果，而无力去更改它。佛尔在最后摆了 2 个圈之后得出只能这么做的结论，并说*你必定在此处转弯*，于是再次围了个圈，便进行不下去了。安妮失败之后设法做一个回到 B 的计划，即把第一根轨的方向放得更好一些，然而，她最后还是摆了个与 AB 线垂直的路线，其中一个环返回到 A。(只有在实验者提出建议之后，她才设法把弯轨摆正确，但是却不知道如何重新开始。)佛尔和布艾总结出，*你不能从 A 接到 B*，仿佛不成功是由这些物品的性质而不是他们摆的方式造成的。卡特虽然同意将它们做不同的放置，然而却没有取得成功。布艾甚至争辩说，由于所有弯轨全*都一样*(形状)，*它们放的是错误的一面*，仿佛正确的一面生来就得不到，而不是由于受试者的动作没有得到它。

在受试者没有完成任务时，他不是设法改变已摆出的路线，而是重新开始。例如，当问到泰恩能否"把它稍微向另一边的上方移一下"，由此，有问题的那根轨就会朝向而不是离开 B 时，他不是马上这样做，而是又从头开始。安妮为了加进一根直轨，也是重新做一遍。唯一自发的更正就是重新摆轨，这也蕴含了这么一层意思，即每根轨只有一种预定的位置，它或是指向 B，或是离开 B，而且这是绝不能更改的，否则就会犯错误。

总之，这些受试者没有考虑翻转某根弯轨(双旋转)，从而把一根向左拐的弯轨变成向右拐的弯轨，反之亦然。即使他们成功地把轨线接到 B(这或是由于巧合，或是在帮助下取得的)，他们也不会想到把整个轨线翻一下，从而得到一种对称的解决办法(以及翻转每一根轨，从而采取反向法)。在这两种因素之间存在一种清楚的发展关系。为了取得成功，在这两种情况中受试者都需要对物体有所操作以改变其位置或方向，即它们的外形。他们需要对这些物体进行运算的动作，而不是把他们自己局限于这些动作之中——这些动作通过某种认可，与外形及他们初次摆放的路线一致，而这种路线被认为是唯一可行的。换言之，在第一水平上，受试者的动作被认为是物体直接特性(感性的或外形的)的附属物，而不是把物体看作可以通过受试者的动作而变化的。

感知运动或自发调整而产生的偶然正确的解决办法，揭示了受试者能够对物体进行这些动作这一事实。一位 4 岁的受试者(他的活动没有在这里列举出来)翻转一根直轨，并把它接到了 A 上；另一位 5 岁的受试者把一根他想横过来的轨翻了过去；卡特偶然地使用了对称法；等等。然而这些动作的调节依然是感知运动的，而且受试者仍不能通过反省抽象来形成概念，虽然通过经验抽象他注意到轨的各种不同外形特征(直轨，

向左或向右拐的弯轨,把几根轨接到一起而造成的弧形或环形,等等)。当然,这并不是说这一水平不存在反省抽象,而是说它仅与动作有关,这两者都是极为一般的,并且(除一种之外)所有一切都关系到空间拓扑特征:加进或除去一个因素,根据连续顺序和通过连续接触,把它们接到一起,等等。唯一的欧几里得型关系(4岁以前未出现,低于我们的ⅠA水平)存在于单向(one-way direction)之中(直线而不是非直线),或由返回到出发点的圆所构成的双向(two-way direction)之中。此外,除邻接和连续关系之外,这些动作也包括拓扑学的内容,表现为这些动作也产生一种纯逻辑性质的关系(顺序和部分)。

ⅠB水平

和ⅠA水平相比,ⅠB水平的进步表现在两个方面。为使某根轨朝另一个方向走,受试者认识到了翻转这根轨的可能性(旋转),并且能把已摆好的轨线翻转过来,从而找到对称的解决办法。

例子(介于ⅠA和ⅠB水平之间)

本得(4岁6个月) 她先在A、B之间建了一条直的路线,然后她成功地完成"4+1任务"。*我们能不能在开始时是直线,然后向左,而不是向右转?*(实验者演示了对称法的开始阶段。)能。*告诉我怎么做。*(她指出了对称的曲线。)*那样行吗?*行,*摆吧。*(成功。)*还有别的路线吗?*(她没有发现。)*把那根放到这里*(把一根直轨接到A,而不是B)?是的。*我们先不把它们都拆开,那么该怎么做?*把它转一下。*转吧。你不能转它,你得把它拆掉,它(直轨)必须在另一边。*(她把它拆了,把一根直轨接到A,然后建了一条与前者对称的路线。)

狄尔(5岁) 她开始摆了一条又回到A的环形路线,然后又把它改成一个圈,并把A、B接到一起。尝试几次之后,她成功地完成了"4+1任务"。*你能用同样的轨建一条不同的路线吗?*能,*像那样*。她指出一种对称路线,并几乎把它建成了(用6根轨,而不是5根),同时她翻转了一根脱离了路线的弯轨。

例子(ⅠB水平)

查哈(5岁6个月) 他翻转一根弯轨,从而成功地完成"4+1任务"。当要求他摆另一条路线时,他详细地摆出对称路线(7根轨,因而有2根多余)。他在"8+1任务"中的做法与此类似。

克艾(6岁2个月) 她开始的反应属于典型的ⅠA水平,她成功地完成了"4+1任务"。她预测了另一条对称路线:*我打算那样摆*(成功)。她指了一下向右拐和向左拐的弯轨,同时说,*我认为它们都一样*。为摆一条不同的路线,她于是用一根向右拐的弯轨来代替向左拐的弯轨(因而有了一条由5根同样的轨构成的曲线)。

伯哈(6岁) 他很快便成功地完成"4+1任务"。为摆出稍有不同的路线,他把一根直轨留在原位,而把弯轨放在对称的位置上,并且说,*好,我要把它们全放到其他位置上去,把这根长的*(直轨)*放在这里*。你能不能在先不把它们拆开的情况下做?(他把直轨放到一边。)*你只需移动那一根*。用这些摆怎么样("6+1任务")?*不行,摆不出来……不过,我想试试*(成功)。他随后加1根直轨,因而改变了路线,然后又用2根弯轨摆了类似于波浪形的路线。

狄克(6岁6个月) 开始他用8根弯轨和1根直轨摆出了一条不规则路线。在"4+1任务"中,他先放上1根直轨,然后4根弯轨。实验者要求他用同样的轨摆成另一种路线。*可以,我知道另一种路线:直轨可以走到那里*(终端),*弯轨走到那里*(先是4根弯轨),*这就形成那条路线了*(成功),于是这便形成了反向法的初级形式,但这是通过简单地移动直轨和弯轨而完成的。在要求他摆另外的路线时,他把前一个毫无二致地复制了一下。这就是你刚才摆的那个。*不一定,因为我不完全记得了*。于是,他建了一条对称路线,然而他却没有意识到这就是那个。*原先像那个,我们来看一看……它完全一样*。在试了多次之后,他才成功地完成"6+1任务"。你能摆另一种路线吗?*你能用几乎同样的方法摆,但方向不同*。(他最后摆出类似对称的路线。)*以前它像那个*。要求他完成"8+1任务"时他说,*我希望能完成它*(成功了)。我们能不能在另一边摆?*能,我们能那样摆*(成功)。能不能把它翻过来?*我认为可以。像那样,如果我摆出一条路线,我在那里翻它*(对称法,但他实际上未能完成)。我们还可以把这根直轨放在哪里呢?*那里*(中间)。

玛欧(6岁6个月) 他成功地完成了"4+1任务"。你能稍微变换一下轨线吗?*能,像那样*(指对称法)。你是把它拆掉,还是翻过来呢?*我当然把它拆掉。我可以这样摆*(对称法)。*我不能这样摆*(将"4+1"逆反成"1+4")。在要求他完成"6+1"和"8+1"任务时,他评论说,*变得越来越难了*。但他还是取得了成功,并发现了对称法。

欧里(6岁8个月) 摆对称路线时,他的反应和上面类似,但在实验者向他提建议时,他却说,*我打算把这整个都翻过来*,并在完成"6+1任务"时自发地这样做了。

在其他研究中,ⅠB水平的受试者首先看到了旋转,例如,把一根巧克力棒水平地放在桌子上,他们会推其中的一条短边而不是其长边的中间。在我们的轨迹情境中,受试者既旋转弯轨,又旋转直轨(双旋转或单旋转),以改变它们的位置或弯轨的方向。同

样,在摆出一个半圆形的路线之后,受试者会立时预测出对称弧的可能性(或接受实验者有关这种弧的建议,介于ⅠA和ⅠB水平之间的本得就是如此),这也相当于思想中的某种旋转(狄克说,*如果我摆出一条路线,我在那里翻*它),这种旋转是指整个路线或关键的轨。这个水平的受试者明显地把物体控制在他自己的运算动作之下,而不是像ⅠA水平那样,使他的每一个动作都从属于摆放物的外形(向右拐或向左拐的弯轨的位置没有变更的可能,等等),这就是把其动作的效果局限于简单的模仿调整,而没有充分地运用动作的运算性。于是克艾在谈到向右拐和向左拐的弯轨时便说,*我认为它们都一样*,而不是首先翻转它们。而在ⅠA水平,当这些轨一放到桌子上(甚或呈现在面前)时,它们就该被看作属于两种不相关联的范畴。

那些不同于对称解决办法的其他方法也说明了儿童在更改路轨方向或安排路轨方面有了新的能力。例如,克艾在完成"6+1任务"时,用弯轨来代替直轨,伯哈最后摆出的路线中有两个弧线。相反,在更为复杂的任务中,没有一个受试者产生出反向法。尽管(在"4+1任务"中)儿童可能将直轨从B移到A,或从A移到B[这是在实验者向他(本得)做出建议或是在自发的(伯哈、狄克和其他受试者)情况下完成的],然而,这仍然仅仅涉及一根轨顺序的简单变换,而不是像将在第Ⅱ阶段里所见到的那样,绕横向轴旋转整个路线,从而形成反向法。

因此,本水平中的进步仍然是有限的,除记忆上某种失误(狄克说,*我不完全记得了*)之外,这一水平中相当普遍地存在这么一种倾向(正如ⅠA水平一样),即把整个路线拆开以改变路线(伯哈除外,他在"4+1任务"中改变了直轨的位置),而不是把整个路线翻过来,改用单个的轨,或做出部分变更。

然而,一般说来,认识得到了提高,这是因为在协调不同轨的可行位置时,受试者进行了积极的调整尝试。一种结果是比前一水平更为进步的反省抽象,在反省抽象中,受试者的动作已变得具有运算性,而且简单的模仿调整也就从属于轨迹的外形特征,而这种特征是受试者把轨放在桌子上时形成的。换言之,在ⅠA水平,受试者仍然没有分化逻辑数学几何学和物体空间之物理特征,而ⅠB水平则开始对它们加以区分,这表现在运算性的旋转、对称路线的建立和轨之顺序的变更,所有这些正是第Ⅱ阶段将要发展的真正运算的先兆。

第Ⅱ、Ⅲ阶段

7—8岁的受试者取得进步的最重要方面在于,他们已意识到对更复杂的路线可以用反向法来解决(在横向轴处翻转路线);在"4+1任务"或"6+1任务"中,他们不只是改变直轨的位置。

例子(ⅡA 水平)

弗尔(6 岁 10 个月) 在“4＋1 任务”中她建成一条路线,然后说,*你能建同样的路线,但在这一边*(对称法,但这发生在她第一次拆完原路线之后)。还有别的方法吗? *有,先转,再直,然而再转*(这样,直轨便处于中间)。其他方法呢? *可以,把这两边分开*(把直轨放在开端,是“1＋4”)。(对“6＋1 任务”部分成功。)那样呢(把直轨横过来)?(犹豫片刻。)*啊! 是的,那样当然可以*(路线中包括两个相等的弧线,弧线相接,方向相对)。你能用同样的轨摆不同的路线吗? *能*(她把路线翻了过来,形成反向法和对称法)。那样呢?(实验者放下前 3 根弯轨。)*可以*。(她成功地在同一边建成一个大弧,接着是一个小的。)你能把它翻过来吗? *能*。(这次弗尔改变了两个弧线的顺序,并把它们留到 AB 线的左边,从而形成真正的反向法。)*还是一样,不过是在这边*(指连接顺序,已不再指对称法用的纵向轴)。

米克(7 岁 6 个月) 在“4＋1 任务”中他建成一条路线。你能用同样的轨建不同的路线吗? *我可以把它翻过来*(他把 4 根弯轨逐一翻过来,从而形成对称法)。还能建别的吗? *不,我认为不能了*。难道不能把这根直轨放到这里吗(靠近 A,而不是 B)?(他这样做了。)还有别的方法吗? *没有了……你能把它放到另一边*(翻转整个路线,以形成另一种对称法)。还有吗?(他把直轨放到中间。)他在“6＋1 任务”中,首次正确地建成一条路线,然后建成一条对称路线。还能建别的路线吗? *我不知道怎么做了*。那样行吗(实验者摆上 3 根弯轨,形成一个弧)? *我来继续下去*。(他把 1 根直轨横过来,形成一个弧度小的弧。)能不能把这根直轨放到别的地方?(于是,他把这个弧度小的弧掰开,并作为整体移动,小弧构成反向,已不再是对称法。在“8＋1 任务”中,他把直轨放在中间。在要求他变换路线时,他把它移到一端,从而形成部分反向。)

仁恩(7 岁 4 个月) 当要求他对“4＋1 任务”变换一种方法时,他说,*你只需把它们翻过来就行了*。但他仍从末尾到开头移动直轨,而没有建成简单的对称路线。在“6＋1 任务”中,他在路线上建了两个连续的弧,第二个较小。为建另一种路线,他没有把整个路线拆掉,而是设法把它翻过来,但未成功。他建的第二条路线和第一条相比,是与纵向轴相关的对称路线,两弧相接,顺序相反。

安克(8 岁 8 个月) 在“4＋1 任务”中他正确地建了一条路线。你还能做什么呢? *我不知道……我认为那个*(直轨)*是到那里,那根是到那里*(把这根直轨放在起始处,而不是终止处)。还能做别的吗? *你能在这一边摆出那个*(整个路线,对称)。在安克正确地摆出“6＋1”路线时,实验者在 A 处放 3 根弯轨,安克又摆出了一个宽弧形,接着在靠近 B 处是一个小弧。你能在另一边摆出同样的吗? *能*。他把已摆的路线拆掉,又重新摆,将两个弧颠倒,尽管他预想出对称法,但未能摆出来。他

在摆完后总结说,*在另一边你摆不出像那样的路线*(对称)*和那样的路线*(反向)。

泰艾(9 岁 8 个月) 同样预想出对称路线(*你能摆出同样的路线,但在另一边*),并且设法在同一边弧线不相等的情况下摆出反向路线。

9—10 岁是ⅡB 水平的受试者的一般年龄,除在"4+1"和"6+1"的综合摆法上取得进步外,并没有什么明显的变化。

瑞克(9 岁 2 个月) 他摆出"4+1"路线。还有别的方法吗? *我本可以那样摆*(对称路线)。还有别的吗? *把直轨放到那里*(朝 A),*或在另一边*(朝 B)。这就能摆出 4 种不同的路线。你能再找出 2 种吗?(他看着中间部分。)*把另一方向朝上*(中间的另一边朝上)。在"6+1 任务"中,他摆出 2 个环形和对称的路线,并改变了横向直轨的位置。在"8+1 任务"中,他既摆出反向路线,也摆出对称路线。

道姆(10 岁 4 个月) 在"4+1 任务"中他很快便发现 4 种可能性。在"6+1 任务"中他摆得不那么快。他也发现 4 种可能性(相等或不相等的环及对称路线或反向路线),但在找出横向直轨的 3 种可能位置时,他遇到了更大的困难。在最后总结他的反应时,他说,*你能做一些小事;你能从一边,再从另一边,到中间颠倒并改变这根*(直轨)。

哈特(11 岁 6 个月) 他的反应类似,*你能把它放到另一边*(对称路线)。*你可以把这个环放到那里,把另一个环放到那里*(反向路线),*同时你应该移动这根直轨*。

波依(13 岁 4 个月) 他注意到,在"6+1 任务"中不可能像在"4+1"中那样,把这根直轨放在开始部分,*因为这些弯轨必须放在这根直轨之后*。后来,在"8+1 任务"中,实验者问他:这根直轨是不是也必须放在那个位置(因为这条路线是纵向的)或横放? 他说,*同一位置*。

凯特(13 岁 6 个月) (在"4+1 任务"中)他说,*你把直轨放到那里,然后那里*。(在"6+1 任务"中)他又说,*多出这 2 根,你也摆不出更多的路线。你必须把它放到那里、那里、那里*(3 次横向)。(在"8+1 任务"中)他说,*现在又多出 2 根,啊! 那是 2 倍*("4+1"),*所以你必须像最初*("4+1")*那样重新开始摆*。

反向路线和对称路线可以启发反省抽象。在反省抽象中,对称路线主要依靠运算本身。另外,在这种变换直轨位置法则的情况下,受试者仅看到与轨的特征有关的动作的结果,不明白这一结果背后的原因,所以也就没有达到运算的阶段。

结 论

在本书所描述的其他研究中,多数研究的问题不过是分析受试者对于动作之观察的认识(或由其活动引起的协调),以及受试者正确观察物体(或由物体引起的因果关系

协调的充分性)的先决条件。在这个特殊的研究中,因果关系仅起次要作用(移动轨迹并将其组合),而且空间关系相对地独立于情境之动力学因素(唯一的动力学因素是受试者移动和组合轨迹的动作)。于是,我们的注意力可能都集中于受试者关于物体的几何学和空间特征之间的联系,以及由此产生的空间逻辑数学的经验(连同运算协调和有关的反省抽象)和对于物体几何特征的物理体验(连同与这些物体之可见特征有关的"经验"抽象)这两者之间的联系。

反省抽象的信息来自受试者的动作,或更具体地说,来自他们的协调(动作的顺序、动作的组合及使动作协调一致等)。这一过程是概念性认识的先决条件,而且早在器官水平(organic levels)就已出现,其形式也就是我们所描述的趋向重建,而这种重建超出于最初的结构(让·皮亚杰:《生物学与知识》,芝加哥大学出版社,1971 年)。因此,在ⅠA 水平,虽然受试者能翻转道轨或构造对称路线,但他们所做的这一切只是通过简单的感知运动调节而没有真正的认识,因为其中缺乏主动调节。翻转道轨或组建对称路线的行动恰恰是从感知运动水平发展出来的(例如通过触摸某物体而探索其不同的外形,通过手或臂的动作调节对称运动)。尽管在此尚不存在概念性的认识,但在这些发展联系中,反省抽象的初级形式业已呈现。

在ⅠA 水平,这种抽象的概念化形式仍是非常一般的(如,增加或顺序联系),对协调并无影响,而这些协调看来对下述任务是至关重要的:单轨的翻转,或翻转整个路线以获得对称路线。因此,这一水平中并非偶然地存在着某种经验抽象或物理抽象的优势;当受试者放下道轨并组建它们时,他们认为唯有自己才与这些轨的临时特征有关,而毫不控制他们事先决定的全盘计划。只有在ⅠB 水平,我们才开始看到旋转和对称解决法,这一切都说明受试者在把握几何学方面的一系列进步。ⅡA 水平发现了反向解决办法;ⅡB 水平发现的综合解决法的数目不断增加,只要有可能发现的他们都找到了。

从ⅠB 水平开始,概念化的反省抽象内容不断丰富;在ⅠA 水平,经验抽象占据优势,然后逐渐变得越来越不重要。那么,这两者之间的界限是什么呢?它们的起源提供了线索:后者的起源可从情境之可见特点中找到,而前者(概念化的反省抽象)则来源于受试者动作的协调。

另一个问题关系到诸如道轨的单一或双重旋转的动作。由于这些动作从ⅠB 水平便出现了,因此它们不会形成协调,而只是运算甚或前运算。一方面,运算的动作是从最初状态到最后状态的转换,所以在这两种状态之间已经有了协调;另一方面,感知、模仿、意象或分离的表象并没有改变任何事情,而只是同一种状态有关(无论这种状态是静止的还是运动的),这同"直觉动力活动"的情况,而不是同变位操作,即同受试者把物体从一地移到另一地方的情况是一样的。此外,这种运算动作总会变成某种运算,而运算总是与逆反不可分的,因而也是与包括互相协调的一般系统不可分的。

此外,当这个问题牵涉到实际动作以及(在动作控制和更改物体时)对于物体的观

察时,它会变得更加微妙。受试者手的动作(或用手使物体平移的动作)构成了普通的物理数据,因此它只能提高经验的抽象水平。相反,(如果通过对物体进行变更,如旋转甚或简单直线运动的意图或决定来体现运算的存在)它们的运算特征便来源于内生的协调,因而便可以接受反省抽象。这一区别看来微妙,然而,对于运动的感知是一种关于在特定时间、带有特定暂时空间内容所发生的事情的可分离记录,而这种记录并不包括一般调整的任何本质内容(如连续状态之比较),尽管变位运算(平移和旋转等)都包含“群”结构。ⅠA 水平的反应之所以迫使我们去区分运算动作(它在这一水平很难体现),即那些主要表现在对于(以轨迹为典型代表的)因素之当时的暂时状态进行模仿顺化的动作,其原因正在于此。

在“空间”的领域内,很难对这两种类型的抽象做出详尽的区分,因为在受试者之无时限几何学的空间范畴与暂时空间几何学或物体的动力几何学的空间范畴之间存在着完全的同构性。然而,这些并不能充分说明前者的经验起源。换言之,这并不能总结出前者来源于后者,以及反省抽象归并成为物理抽象之组成部分。事实上,我们的阶段顺序表明,受试者的身体活动对空间关系的不断构造是十分必要的,并始终与一般的逻辑活动相联系(例如,七八岁年龄段出现反向法)。

因此,我们的发现并没有揭示出运算和感知之间的直接关系,甚或也未揭示出运算动作和模仿动作之间的关系。而且,后者在逐渐地服从于前者。在此,我们看到一种发展的法则,该法则远远地超出这种小小实验的界限,并应用到整个几何学的历史之中。几何学是从埃及人丈量土地,作为一种经验科学开始的。由于欧几里得理论的长期法定地位,大部分几何学仍以图形表现。由于厄兰格程序的出现,几何学最终成为空间转换的科学,并延伸到拓扑学。这是一种令人吃惊的例子:如果与最初之突出的简单抽象相比较,反省抽象便逐渐占了重要地位。

最后,在ⅠA 水平和第Ⅲ阶段之间,从经验抽象(从一个非常有限的意义上说,它一开始就处于反省抽象之同化格式的包围之中)到反省抽象这个一般的过渡被下述与受试者之认识有关的转换所揭示。当然,在最初阶段,受试者意识到得之于对物体的观察信息,同样也意识到其动作的失败或部分成功的信息。然而,预想和倒摄仍然极为局限,特别是受试者对动作顺序的记忆仍然极不完全,因为这些动作本身事先就没有顺序。相反,由于有我们从第Ⅱ阶段开始所注意到的反省抽象,协调变得清楚了,这是因为受试者的预想(他一步一步地发现靠近目标的方法)和倒摄(他重新安排动作的顺序)这两者都得到了扩展。

第十三章 环 和 线[①]

在第十一章所描述的飞气球研究中，受试者对情境的认识是困难的，这是因为他们发现他们很难解释所看到的事情，在原因的解释和他们自己的观察之间存在矛盾。在本章所进行的研究中绝不存在这种因果关系的难题。这里的问题只不过是将一根线穿过一个或两个小环：线的一端（X）固定，而另一端（Y）不固定，让线沿 AB 方向穿过环（见图 6）。要求受试者或者翻转线，或者翻转环，使线按 BA 方向穿过环，但在穿的过程中，线始终不得离开环。当然，只有把线绕成一系列的圈才能解决这个问题（见图 6a 和 6b）。把线绕成圈和移动线在实质上是一回事，但由于线的一部分总会留在环内，所以，指导语就要强调这一点。因此，要想成功就必须对线的运动进行一系列的协调。这是一种相当特殊的类型的协调，通过尝试与错误以及碰巧，年仅 5 岁的儿童有时可以取得成功，或成功地模仿正确的解决办法。但认识（或只是简单地回忆所做的一切）却是极为困难的，即使对于成人来说，情况也是如此。在一般协调的情况下，通常仅是同时进行两个动作（正如第三章所述乒乓球的平移和反旋一样）；或是把两个变量联系起来，而这两个变量都具有＋或－的特性（如第四章所述斜坡的长度和高度一样）。然而，正像第十二章的道轨一样，这项实验存在一些互相衔接的阶段。下列几点应该加以注意。

图 6

① 与戴弗妮·里厄穆比（Daphne Liambey）和麦底妮·博底特（Madine Burdet）合作。

(a) 由一根线之几个连续部分构成的一些段，段与段之间的区别仅表现在各自的位置及临时方向上。

(b) 位置和方向与环和线的两端的关系，都互不相同。

(c) 位置和方向根据在线上所进行的动作不断发生变化。

(d) 在受试者拉动非固定端那段时，他必须时刻预想非固定端的那一段(或那两段)会发生什么情况(位置和方向)。

(e) 受试者还必须预想到拉线端的反作用，即拉这一端将具有的对于前一段或前面所有各段的反作用，它从最后开始，而且反着向前。

(f) 对于这些复杂操作协调的认识涉及在受试者脑海里重现所有的步骤，而这绝非易事。

(g) 在拉线时，会形成一种双重操作：或让一个已形成的圈(图 6b)穿过环；或让 Y 端穿过该环，然后马上形成一个圈(图 6a)。由此，受试者面临着一个与前面所有任务不同的认识问题。

第一种方法：所有物品包括一个或两个环(束餐巾用的环)，一块或两块扁平积木，每块上面都带有一个圆孔及一根长线。线的两端分别称为 X 和 Y，X 端固定在一个或者活动或者静止的物体上。实验者以 AB 方向把 Y 端穿过这些孔，然后要求受试者以 BA 方向使其穿过，而且，线必须始终留在环内。允许受试者进行次数不限的尝试。实验者只是要求受试者描述他所做的，或要他以慢动作重做；如果可以的话，也要求他解释他的错误。如果受试者总是在最后打结或完全一致(图 6c 到 6e)，那么就给他演示一下(图 6a 和 6b)，然后要求他模仿实验者的动作一次或数次，并对之做出解释。既不向他出示也不要求他画出图(这里的图仅供读者参阅)。实验者有时可以把线比作蛇，从而使受试者把注意力集中在单个的动作上(例如圈或穿线)，以便看出受试者是否能够自发地调整这些动作。

第二种方法(第二组受试者使用的)：要求受试者先把一根粗棍，再把一根细棍，然后再把一根粗或细的短绳子穿过孔。他们会看到棍或绳子的方向无法从 AB 变为 BA。然后，实验者握住这根绳子(仿佛在提供反证)，要求受试者再做或解释这一动作。这种练习特别有用，它可以帮助分析受试者是怎样理解其预想和所见与结果之间的矛盾，以及怎样理解 X 端从环中穿出时 Y 端正好从中穿回来这一事实。

第Ⅰ阶段

前运算阶段的受试者(五六岁)有时能够在演示一结束时立即做出模仿。但是，如果间隔时间较长，他们就极难进行模仿了。

例子

凯特(5岁6个月) 她首先注意到不可能使棍或绳子反向穿过。她本以为线也会如此,但看到演示之后,与预料相反的结果令她大吃一惊。为了模仿这一动作,她先把Y拉回到环内,让它越出顶部,拉绳的结果造成了"外部一致"(图6e),这更使她感到惊奇。然后,她将线转了两次,最后以打结告终(图6c),这又使她感到吃惊。你记得必须做什么吗?*记得,让线按另一方向穿*。她又把线打了结,但这次只转了一次(图6c)。实验者又给她做了一次演示(图6a),这回她模仿得多少有些像了,但仍有一点根本差别:她没把Y从右到左穿入环内,而是从左到右穿了,最后还是打了结。她随之把线穿正确了,并为其胜利而叫起来,但可看出她并不知道如何做出这种无疑是无目的的更改(自动的,而非主动的调整)。

佛欧(5岁10个月) 她开始认为唯一的解决办法是转换环或调换X、Y两端。向她演示图6d的安排之后:那样行吗?*我们来试一试*。(她一拉,由此内部一致。)(实验者又演示图6a的方法。)那样行吗?*不行*。(试了一下。)*行*。你怎么解释它呢?它怎么会成为可能呢?(她想模仿一下。)好,试一下吧。(她做出图6e的样子,然后一拉。)*出来啦*!(倍感惊奇。)怎么啦?*我做错了点什么*。显示一下你做了什么?(她以为她在做相同的事情,但事实上是图6c的样子,最后打了结。)再试一次。(她又做出图6e的样子。)*我觉得那又要回去了*。线还会留在里面吗?*我不知道,我得试一下*。(她试了试。)*线落了下来*。(她用同样方法又试。)实验者再给她演示(图6a),她模仿得多少有些对,但穿Y的方向错了,从环的右部穿到圈内,由此打了结。*我不能穿它*。我还能做别的吗?*像那样*(又是图6e,外部一致。她又开始试了,碰巧做对了图6a。)*我把它穿回来啦*!怎么穿回来的?*像那样*(图6e,外部一致)。线怎么会出来了呢?(她又开始试,但这次她把Y穿入环中。由此,把图6e换成图6a了。)*但我这次做出来了*(既惊奇又高兴)。你怎么做的呢?*看,那样*(还是图6e,然后稍微拉了一下)。*那样不行,因为拉得太厉害了*。从图6e之后,她接着穿了个图6a,看起来她的确明白了,但她把Y从环中穿了两次,然后拉并打了结。*我觉得错了*。快结束时,又给她做了一次演示,佛欧正确地做了模仿,但只是一个简单的圈(图6e,没有把Y穿回到右边)。她说,*线要出来了,因为你刚穿了一个圈*。然而她对此并不确定,*我们得再试一下*。

玛尔(6岁1个月) 经过几次尝试之后(都像图6e),她宣称*你不可能*。实验者演示了图6a,玛尔便总结说,*你把它*(环)*拿走,然后再把它放回来*(另一种方法)。实验者很慢地又做了一次。*你穿得像那样*(图6e,不是图6a)。她拉了一下线说,*不行,我一点也不知道*。想想还记住什么了?(她穿了个图6e,然后图6c,因而打了结。)她又试了一下并取得成功。线是怎么穿回来的?*因为我做了些什么*。

做什么了?(她又开始穿线,但多穿了一个圈。此后她把 Y 从错误的一边穿入,又打了个结;再从右边穿入,但穿了两次,打了第三个结!)*它不出来!* 实验者给她做了最后一次演示,这回玛尔模仿得正确,但她认为像图 6c 和图 6e 那两种安排也会成功。

如果拉线,线会直接从环中出来。为了弄清受试者是否真的明白这一事实,实验者把线绕了个圈,并将其一半穿过环(如图 6e,但没有外部的圈)。

凯特说线不会从环中出来:*你必须把圈打开*。那么好,看吧。(实验者稍微拉了一下。)出来还是不出来?*不出来*。那样呢?(实际上环内一点线也没留下。)*不出来*。线是不是快出来了呢?(实验者继续缓缓地拉线。)*不……线要出来了*。

佛欧看到线从环中出来时表现出来的惊奇样子,正如我们刚才在上文中见到的那样,并把这归结为她刚才做错了什么这一事实。

玛尔同样没有预想到如果你拉线端,线会出来:*总是存在着两小段*。像那样吗?(实验者拉线。)*还是一样*。是不是要出来了?*不*。

受试者预想拉 Y 时所碰到的一系列困难,乃是这些初级反应的显著特征。这与英海尔德教授和我自己在关于我们共同难题研究中的发现相符合,受试者甚至预想不出像图 6e 中的那种情境,即如果你拉线,线会出来。因此,在这些相继观察到的状态之间不存在任何调整这一事实,几乎没有令人惊奇之处。受试者区分不开这样的两种情境:如果拉线,线会打结;如果线留在环内(或者 *AB*,或者 *BA*),就打不成结。然而,他们的记忆足以使某些受试者能够正确地模仿实验者的演示(图 6a)。另外,当要求他们重述时,他们常常把图 6a、6c 和 6e 混淆起来(如,佛欧的最后回答)。因此,这一水平并不存在什么认识也就不足为奇了;更有甚者(下面会看到),这种情况在此后也没有什么很大的改进。

第Ⅱ阶段

这一阶段的进步表现在,实验者演示之后受试者能马上模仿;另外,受试者在简单情境中可以预想出拉线的结果,如环内一个圈或仅一个结(图 6c)。然而,在这些单个的动作之间仍不存在综合或协调,而且也不存在什么认识。

例子

鲁劳(7 岁 6 个月) 他正确地预想到在环内的圈上拉 Y,不会改变 *XY* 的顺序,然而,他认为不可能用其他方法来修改它。看过演示之后,他完成了图 6b 的图形:*在那里,它回去了*,但他的描述仅限于*拐了两个弯儿,然后拉线*。

欧里(7岁8个月)　他同样成功地模仿了图6a的演示，但他发现与刚才做过的图6c*没有什么区别*。他再次试着如图6a那样穿出，结果还是如图6c，同时带了两个圈(双结)，然后有一个。后来他意识到*我们曾经转了线，有时按*(X)*方向转，有时按*(Y)*方向转*，但他又补充说，*我看不出它有什么变化*。试了多次之后，他说，*你本该先试一下，然后就会知道这是不可能的*。

雷恩(7岁6个月)　他也成功地像穿图6a那样做了，并慢慢地重述全过程。*我把线拿开，在另一端把它拉回来……这就把那个圈拿走了，然后通过这拉Y*。然而，他未能正确地模仿图6b。

塞尔(8岁10个月)　她做了多次连续性的尝试。在此期间她穿出了图6c(打结)，但她发现错了。在完成图6d之后，又经尝试、失败，最后她完成了图6a，但并没有看出这是正确的。那对吗？*不对，这尾巴*(Y)*仍拖在黑线的后面*(X)。事实上，她刚才没拉Y，也没预想出结果。实验者在她面前做出6a和6c的外形并要求她对这两个进行比较。*它们不一样*。你说对了。解释一下为什么……如果你拉这里(图6c中的Y)，会发生什么？*它会在那里相遇*(打结)。拉那里呢？*它也会相遇*。由此，她预想到同样的结，但没看出方向变化的结果。只有到此时，才使用一块积木，但这时实验者演示了另一种方法。塞尔又重新开始，她没有把她的办法转到两块积木上，而只使用了一块，并使用图6d和6c的综合法，这样就使它们复杂化了；最后完成了图6a，这是正确的。她还是没有拉线，或没意识到她已找到了解决办法：*这样不行*。所以，只要在不是模仿实验者的安排时(比较6a和6c情况除外)，塞尔就或者不能找出解决办法；或者在她找到时，也意识不到这是正确的。

卡特(8岁5个月)　她成功地模仿出实验者做出的外形，但在解释时，她只能说，*这是因为它*(Y)*转弯了*。过片刻之后，她便根据记忆又重新开始，并完成了图6c，但不明白她很少成功的原因。

克艾(8岁3个月)　他一开始便打了好几个结(像图6c)，并使一个或两个圈越出环顶或在其下面。在要求他回想他的动作时，他只是说，*我一点也记不清我刚才是怎么做的了*。此外，在他尝试之后，由于缺少预想，在他做出一个内圈(图6d的一半)时，他便大笑起来说，*啊！我做对了，它转了个圈并从另一边出来了*。紧接着他便惊呆了，*怎么出来呢？它不见了？*在给他演示(图6a)的过程中，他仍错误地预想，*快要打结了*。在把线拉出之后他说，*它回来了！简直是戏法！我打算再试一下*(他完成了图6c，然后正确地做完图6a)。*我做得和那一样*(示范)，*我认为是……这是变戏法，我想再看一次*。然后，他注意到*原先在外面的圈又回到环里来了*。

佛艾(9岁3个月)　他格外热情。看完演示之后(图6a，但这是在两块扁平积木上做的)，他设法模仿并做出各种不同安排(图6a和6c的混合)。然后，他要求再做一次演示，最后他也成功了。他特别喜欢在家里再进行这一尝试。三星期之

后再问他时,尽管他犹豫了半天,但仍然记得必须做什么:*我出了个错……不,那是对的*,等等。令人奇怪的是他仍感到很困难,在实验者仅使用一块积木,并让他描述一下他的正确动作时,他却说,*我一点也记不清了*!

丹恩(9岁6个月) 在自发地做了多次组合之后说,*我试了所有的圈,有时它能有助于找到办法*。

维尔(10岁6个月) 因为没有看出图6d和6e(在两个环上)的一致而惊呆。*那应该改变边*。于是,他打了不同的结(如图6c中的那样),偶然地找到了办法(图6a)。他为成功倍感惊奇。然而,当只使用一个环时,他就不能重复了。他第二次回来(说他已对他父母*解释了这一切*),但只完成了图6c,同时还带有好几个环。*我做的次数太多了*。尽管如此,他仍设法重新完成图6a,他称其为:*回转*(第1圈),*前进*(在第2圈上),*再回转*。然而,在只用一块扁平积木的情况下,他在返回到打结处之后(图6c),才找到图6a的解决办法。

显然,尽管在预测简单情境(图6e)和模仿演示方面有进步,但当受试者设法重复他们的方法(欧里和其他人)时,便产生了错误。此外,受试者总是认识不到通过尝试与错误所取得的正确办法(赛尔就是如此)。由此可以清楚地看出,在单个动作(如一个圈)或被模仿动作之感知运动协调这方面预想上的进步,并不会导致任何一般的协调,从而也没有认识上的进步。尽管佛艾(9岁3个月)对此实验很感兴趣,但他说,*我一点也记不清*所做的事情了。当实验者绕了个圈,并将其一半穿过环时,第Ⅱ阶段的受试者一般都说线并没离开环,但如果你完全拉,那么它就离开,*或几乎出去和几乎没有出去*。因此,他们介于第Ⅰ阶段和第Ⅲ阶段的受试者之间,第Ⅲ阶段的受试者可以发现这是把线穿出环的另一种方法。①

第Ⅲ阶段

第Ⅲ阶段的水平和第Ⅱ阶段几乎没什么差别,就是对一位不具几何学专长的成人来说,情况也是如此。在这一水平上,认识依然从属于协调,而且协调仍然是困难的,除非允许受试者用图来表示连续的多种变化。尽管如此,第Ⅲ阶段在反应上还是有进步的,它表现在每个受试者都越来越想有一个指导他的全面计划,这个计划同他想要做出的每一种尝试有关,而不去预想每种尝试的结果。

① 为了提供本实验的全面记录,我们必须这样说,一个受试者(6岁10个月)似乎立即自发地找到了解决办法。然而,他却不能解释,甚至不能重复他成功的动作。他很可能是侥幸成功的。

例子

艾赛(11 岁 2 个月)　她的年龄和一般推理方法都清楚地表明她属于第Ⅲ阶段水平，然而，在有关打结的问题上，她的反应却属于第Ⅰ阶段水平。她只能完成内部一致和外部一致(图 6d 和 6e)。在观看了(图 6a)的演示之后，她既不能预测出拉线端的结果，也不能模仿全过程。在观看第二次演示(拉线端之前)时，她说，*那要打结了*，仿佛又是图 6c。她以后的尝试都带一个或两个圈，没有超出图 6c，然后她返回到图 6d 的处理方法。她成功地模仿了第三次演示，但却说，*不，这不对*。(她拉线。)*啊!*(她对其成功感到惊奇。)*告诉我你所做的每一件事。我穿过去，仿佛我要打结了。是的，如果你那样拉，线准会打结*。(她的疑虑又复生了。)检查之后到实验结束，她一直怀疑线的 Y 端能从孔中出来。

托福(12 岁 6 个月)　在尝试中打了许许多多的结和圈(从图 6c 到 6e)之后，他自发地发现了解决办法(图 6b)。*那真复杂，一开始*(在 X 和积木间出现圈后)*我只是不得不那样做*(向后拉 Y)。你开始为什么那样做呢? *我想看看所有的可能性。线回到那，但事实上它绕了一下积木。我只想看看那是不是开始的好方法*。那你为什么要试呢? 难道你不能用脑子想出来吗? *我先试一下，是因为用脑子想出来要用更长的时间*。最后，当实验者把圈的一半放入积木的孔内时，托福并没有上当。那会怎样呢(图 6d 中两个圈中的一个)? *它穿不过去*。这样呢(同方向的两个圈)? *它过不去。如果你从这边开始，这边不动，它过不去。一次也好，15 次以上*(=同一方向上的 15 个圈)*也好，都一个样*。

阿佛(心理学研究助理、优秀记者，连续多次参加我们的研究)　他开始尝试了多次，结果都是一致的(图 6d 和 6e)，然后打了结。*我怀疑是圈的问题……我看不出还有什么良策。这完全要凭经验*。他又穿出图 6e，*这并不好，但我看不出我如何用别的方法做*。然后这位记者只拿起一块积木，并设法在 6c 的圈内用线把图 6c 和 6e 结合起来，结果穿出的是图 6b(成功)。*我可能已经掌握了，我绕了一个圈，把线从圈中穿过去。我整个地拉它并打开圈，但我说不出原因*。然后，他又回到图 6e，并把它改变成图 6a。*我有些懂了:反向动作消除了正向动作，但却使这正向动作加了一倍，其结果就不一样了……但这并不能解释为什么你要变换积木的边! 不管怎么说，在一开始就存在着双重的穿线，因为后来线出来了*。当又给他两块积木时，他又重现了最初的犹豫:*我应该能利用我刚才的经验……但我不能把它归因到我刚才已经做的事情*。此后的解释与此类似。

托福显然小看了这一情境，当时他说找出多种方法所用的时间比用脑子思考所用的时间少，因为实际上甚至成人也没有去想:*我看不出还有什么良策*(阿佛)。然而，在没有帮助的情况下，按照某些全面计划做是会取得一定成功的。例如，受试者可以用线

绕一下积木，再把它拿到与 X 相对的一面。如果记住这最后的动作（尽管不能，甚至也没有想预测结果），那么他就能够决定改动线，以便看看会发生什么。而且，在 Y 上拉了一下之后再把它放回到原处，这一次就使 Y 回到了 X 的一边。正如托福所说，这种计划包括要看出在已定情境中*所有的可能性*。在这种特殊情境中，这种计划会导致成功，无须预测或记住除最后一个动作之外的任何事情，而最后一个动作（通过短时记忆保持）无须表象的唤起。简言之，虽然*看看所有的可能性*的尝试绝不能与单个动作的协调等同，但它却代表了受试者试图协调的一个开端。换言之，受试者开始把他的各种努力协调起来。然而，这一切依然不是在一种全面的策略指导下进行的。

因此，人们可以理解，在没有碰巧或认识的情况下，取得实践的成功是可能的。认识必须以动作本身的协调为基础，而不能只靠尝试。然而，尽管单个的动作仍很简单，但它们已经引起了正确的预测。具体地说，在使圈穿过环的情况下（这是解决问题的关键，这是改变方向的唯一途径，因为它无须把线从环中穿过来），就像第Ⅲ阶段的其他受试者一样，托福曾明确地说，*它穿不过去*，而且，即使有 15 个圈也同样穿不过去。

在此无须详述缺少协调和表象之原因。简言之，这是因为很难将那些连续的动作转化为同时呈现的图像。这不是一个容易进行的过程，因为这些动作及其结果总是通过以后的变化而倒摄变更的。当然，一旦整个过程用一幅图来表示，正如我们的图 6a 到 6e 那样，整个问题就显得容易多了。但即使如此，用语言来说明它也不是马上就能办到的，因为要看出图 6a 中 Y 圈不会在环的周围形成结需要一定的努力，这是因为 X 已经在环外跟着 Y 而不再穿过环（或者，如果 X 是固定的，尽管 X 端不会穿过环，但线仍然会跟上去）。把连续性的动作转换成同时发生的动作不是一个简单的记忆问题，这也需要把改变路线的动作或运算变成思想的对象，尽管在材料或实践水平上，它们只不过是转换的工具。这是状态方面的实质性的变化，不仅牵涉概念化，而且也牵涉反省甚至“反省的”抽象（前者的“高度概括”的结果），这也是认识过程具有复杂性原因之所在。

第十四章 河内塔[1]

“河内塔”是瑞士流行的一种儿童游戏，并经常被用于研究儿童的心理。然而，我们这里所讨论的仅限于儿童对他们自己动作的认识以及概念化和这些动作之间的关系。

将 A、B、C 三根细棍或杆垂直地固定在一张厚木板上（在本实验中，三根杆上分别涂满黄、红、蓝三色）。一定数量的直径大小有显著差别的圆板（中间有一小孔）系于一根杆上（以后将该杆称为 A 或“始杆”）。最大的圆板（Ⅰ）系于杆底，接着是比它小的圆板（Ⅱ），然后（当然取决于所用圆板的总数），按直径递减的顺序，分别系上Ⅲ、Ⅳ等。因此，最小的圆板总是系在这个“金字塔”的顶端。（杆的顺序不总是一样的，所以 A 并不总是黄色，以此类推。）要求受试者把 A 上的“金字塔”或“塔”移到 C 上，移的时候要求塔总是向上。受试者一次仅能移一块圆板，绝不可将大的圆板置于较小的上面，不可置于桌上，也不可在手拿着一块圆板的同时，移动另一块。因此，解决这个问题就要求使用 B 杆。例如，如果 A 上有两块圆板，那么就必须将Ⅱ移到 B，将Ⅰ移到 C，那样方可将Ⅱ再移到 C 的顶端。如果 A 上有三块圆板，那就必须先将Ⅲ移到 B，在把它移到 C 杆Ⅱ的上面之前须将它再移到 A。由此可见，这个问题涉及圆板连续位置的过渡形式和循环形式。

一般说来，所需移动圆板的最少次数 $=2^n-1$，其中 $n=$ 圆板数，如两块圆板需移动 3 次，三块需要 7 次，四块需要 15 次，五块需要 31 次。在本实验中，先要求受试者将二圆板塔[2]从 A 移到 C，然后是三圆板塔，等等（这要根据受试者的水平决定块数）。每次都要求受试者说出他所做的以及他为什么这样做。然后实验者要求受试者重复他的方法，以便判断他的稳定性，同时看一看（如果需要的话）受试者是否能够清除不必要的移动。随后将问题重复，但塔的顺序改变（例如，受试者不能把黄 A 上的塔移到蓝 C 上，而必须把红 B 上的塔移到蓝 C 上去）。由此，实验者能够发现受试者是否依然错误地保留他的最初方案，而没有根据新的情境对其进行调整，或者，看看受试者是否正确地保留唯一的方法，并马上把它用到已变更了的条件上。然后，实验者要求受试者一步步地解释他如何移动塔，以使他自己完成这项任务。这样有助于判断对每一动作水平的

---

① 与安德烈·凯特亭（Andre Cattin）合作。

② 二圆板塔指一座上面系有两块圆板的“塔”，三圆板塔指一座上面系有三块圆板的“塔”，以此类推。——中译者注

认识程度。最后，有时也可以找来第二个受试者，让第一个受试者向他解释必须做什么和怎样做，这样便可以获得另一种分析法。

第Ⅰ阶段

本阶段受试者甚至在经过尝试与错误之后，还是不能移三圆板塔。他们的确能成功地移二圆板塔，然而这种成功也是在各种尝试、熟悉各种情况下取得的，而且与逻辑思维毫无联系。

例子

马尔(5岁4个月)　他要移的是Ⅰ(大)、Ⅱ(小)两块圆板。他开始只是把Ⅱ从A移到C，再到B、到A，又到C。但我要求把整个塔移到这里。(马尔又把Ⅱ按上面顺序移了一遍，最后将塔颠倒了过来。)我要的是小的在上面的塔。(他还是把Ⅱ从A移到C、B、A、C，再移到B；然后对A也做了同样的循环，即从A到C、B、D、C，所以，最后Ⅰ在C上，Ⅱ在B上。)你现在该做什么呢？(他把Ⅱ移到C杆上的Ⅰ上面，由此取得成功。这纯属偶然，并且是在改正反向后取得的。)很好，你能不能再移得快些？(他一次将两块都拿了下来。)这不行，一次只能移一块。(他把Ⅱ从A移到C，并把Ⅰ放在它上面。发现放错了，他把它们放到桌上，然后重新把Ⅱ放到Ⅰ的上面。)有没有别的方法？*没有。我想先拿大的，那样更好些。*再试一试。(把Ⅱ从A移到B，再把Ⅰ从A移到C。)移完了吗？*是的。不，没完。*(他把Ⅰ上面的Ⅱ移到C，由此成功。)很好，你能再做一次吗？(他把Ⅱ移到B，Ⅰ移到C，然后把Ⅰ上面的Ⅱ移到C。)很好。(实验者把Ⅰ和Ⅱ又放回到A上。)现在把塔移到这里(移到蓝杆，而不是红杆，因此原来的B变成C，C变成B)。这你也能移吗？你觉得怎么样？*能移。*继续移吧，你把Ⅱ上面的Ⅰ移到C。*这可不对，这就把小塔弄颠倒了。*再试试看。(成功。)很好，现在再做一次，在这里(在原来的A上，现已变成C)。*你应该先拿大的，我不知怎么移。*所以，他没有意识到取得成功的顺序。尽管如此，当实验者问他Ⅰ和Ⅱ是否按同样方法移时，他说，*不一样，小的要比大的移得更远一些。*自然，马尔根本不能移三圆板塔。

佛欧(5岁3个月)　她移二圆板塔的动作和马尔类似。移三圆板塔时，她没有按要求来做。她一次拿两块，并放到桌上，颠倒它们的顺序，一手拿一块。最后，看了实验者给他做的演示之后，她坚持说她自己能做了；然后很快便糊涂了，并再次违反要求。移7次之后她取得了成功，但不能重复这种偶然的成功。

毕克(6岁8个月)　她也能解决两块圆板的问题，但她也使用同样的方法，这

对6岁多的儿童来说就显得太慢了。同样,她移圆板时也未加思考。如将C和B互换,她根本没有想到也会取得同样的结果。在多次尝试与错误之后,毕克设法移三圆板塔。然而,成功是暂时的。你刚才移的和以前一样吗?*我不知道。不,我一点也想不起来了*。她的确注意到圆板Ⅰ的位置没有改变,因为只是这两个(Ⅱ和Ⅲ)在B上,而不是那一个(Ⅰ)。为什么?*因为我本想把它移得更快些*。那么这个小的(Ⅲ)呢?*它在这(B)和这(C)上*。中间的一个(Ⅱ)呢?*它只在这(C)上面*。你肯定吗?*不知道*。哪个移得最厉害?*大的(Ⅰ),以后,这两个(Ⅱ和Ⅲ一样)*。

由于受试者的动作都相同,这里就没有必要进一步举例了。这一阶段的明显特征是,在处理两块圆板这样容易的问题时,他们都感到很困难。他们尝试与错误阶段的时间也不一样(和马尔相比,有的较长,有的较短)。然而,这些受试者中没有一个做出计划或明白他们怎样才能移塔,他们只知道必须把这两块圆板从A移到C。在这一阶段,要把相反顺序和某种过渡形式结合起来是困难的(前者指的是,为把大圆板Ⅰ移到小圆板Ⅱ的底下,要先拿起小的并先移动;后者指的是,把B当作A和C之间的过渡,由此才能把Ⅱ放在C杆上的Ⅰ的上面,而不是下面)。受试者能够容易地意识到把塔移*颠倒了*(马尔)。当需要预测逆反,并将其与过渡配合时,问题便产生了,这是因为这一水平的受试者尚未了解过渡这一概念,甚至在简单情况下,他们也仅能利用B作为第三者,从而转换A和C上的圆板(参阅《学习》第27卷,第九章)。由于缺少这种基本的过渡,所以这些受试者便只能局限于使用尝试与错误的解决方法,或违反指导语——*先拿大的*,这是不允许的,因为它在Ⅱ的底下。这只是一个例子罢了。马尔在重复了他的成功动作之后仍不明白,当实验者把C换成蓝色,而不是红色时,他说Ⅰ和Ⅱ两个同样的圆板会*把小塔弄颠倒*。接着,在经过尝试与错误之后,尽管他成功地把塔移到蓝杆之上,但当实验者要求他把塔再移到黄杆上时,他却不知道该做什么了。当然,在这些条件下,移动三圆板是不可能有稳定的解决办法的,即使在受试者碰巧找到了正确方法之后,亦是如此。

由此可见,系统的尝试与错误在此水平中要比任何推论更占优势,而且对任何正确的解决方法的认识都是偶然形成的。尝试者移完塔后的确也曾说过,大圆板运行的距离最短,然而他确实不明白这是为什么,因为他不能把其他圆板的迂回归因于所需的过渡之上。

第Ⅱ阶段

第Ⅱ阶段的受试者可以马上成功地解决二圆板塔问题。而对于三圆板塔问题,仍然有犹豫、错误、改正,但正确地解决这一问题的方法却是稳定的。

例子

格欧(7 岁 6 个月)　在解决二圆板塔时,她立刻将Ⅱ从 A 移到 B,把Ⅰ从 A 移到 C,然后,把Ⅱ放到Ⅰ的上面。三圆板塔问题也是如此,还是更难了呢? *没什么困难的*。她把Ⅲ从 A 移到 B,把Ⅱ从 A 移到 C,然后把Ⅱ放到Ⅲ的顶上。她改正了所出的错误,又重新开始。在把Ⅲ从 A 移到 C 时,她犹豫了,*因为我不能把它拿下来,而把Ⅱ放在那里*。她设法把Ⅲ从 A 移到 B,把Ⅱ从 A 移到 C,然后把Ⅲ放到Ⅱ的顶上。她停了下来,*我在想能不能移它*。她用更快的速度又重新开始了。(把Ⅲ移到 B 再移到 C,把Ⅱ移到 B;把在Ⅱ上面的Ⅲ移到 B,Ⅰ移到 C,重新又把它移到 A,然后又回到 C;把Ⅱ移到 A,然后又把它移到 C 杆上的Ⅰ的顶上,把Ⅲ移到Ⅱ的上面。)但她不能描述她所做的一切:*我一点也不知道*。你能把它从红杆移到黄杆上吗?(移了 7 次,都取得成功。)从红杆移到蓝杆上怎么样? *我能用同样的方法移,小的移到红杆,中间的移到蓝杆……*这回她在移了 13 次之后,才找到最佳的 7 次。当实验者变换"始杆"和"终杆"后,她移得很快。四圆板塔给她带来不少麻烦,但她最后还是取得了成功。移三块和四块有什么相同的动作吗? *有,有的一样*。哪些一样?(她再次移四圆板塔,但困难很大,也没指出和移三块有什么相同的地方。)

维尔(8 岁 8 个月)　她移到 7 次便首先成功地解决三圆板塔问题,但在把Ⅲ从 A 移到 C、把Ⅱ从 A 移到 B 之后,她停了好长一段时间,才把Ⅲ放到Ⅱ的上面。她在每一次动作之前都考虑许久。当实验者变换了"始杆"和"终杆"之后,她每次都成功了,但总想和以前移得一模一样,因此,有不少步骤是多余的。当然,她本人并不这样认为。*从这里开始要用稍长的时间,应该再多少绕一下*。有一些步骤她判断得很正确。你为什么把Ⅲ放在这里而不放在那里呢? *因为以后你就不能把Ⅱ放在那里了*(在Ⅳ上面)。她最后用 23 次移完四圆板塔。你认为这样移用的次数最少吗? *我移的次数多了*。然后,她用 17 次移完(最佳次数是 15 次)。再试一次,在你肯定你会移的时候停下来。(她在移了 8 次之后停了下来。)

丹恩(8 岁 11 个月)　他在 7 次移塔取得数次成功之后说,*我认为大圆板活动得不如小的那么频繁*。为什么? *因为你把它放在那*(A),*直到最后;不,不是直到最后,而是结束之前你才移它*(实际上,结束之前它一共动了 3 次),*你只移它 1 次*(从 A 到 C)。哪一块移的次数更多? *我认为是小的*(Ⅲ)。为什么? *我不知道*。如果我再加 1 块圆板(一共 4 块),哪一块动得最厉害? *嗯,我说不出来*。总而言之,它比其他 3 块用的时间是更长,还是较短呢? *更长了,我觉得*。在他移动成功之后:哪一块移得最频繁? *我刚才没有数次数*。*还是那块小的,它总是来回转,每根杆上都有它*。三圆板塔和四圆板塔相比,哪一个移的次数更多? *四块*。多少块移

动的次数更多？*我认为是最初的 2 块*（事实上，三圆板塔应该用 7 次，而不是 15 次）。

比尔（8 岁 1 个月） 他用 13 次成功地移完三圆板塔。实验者的演示仅用 7 次，比尔马上便能用同样的方法移完。当然，在他移的时候他很可能在想：*从哪里开始才能更快地移完？*

罗伯（8 岁 7 个月） 他开始用 10 次，然后用 8 次（他开始移得很对，把Ⅱ从 A 移到 B，然后从 B 移到 C，尽管有一步是多余的）。开始移的时候，和放小圆板的地方有没有关系？*有关系，不，可能那样会更好些*（把Ⅲ从 A 移到 C，重新开始）。*啊，有关系！更好了*。如果用另一种方法开始，你能移吗（把Ⅲ从 A 移到 B）？*我不知道，我从未这样做过*（实际上他已这样移过 3 次了）。然而，当实验者变换"始杆"和"终杆"之后，他移了 7 次，还是完全按以前的顺序移，但现在都没必要了。你为什么那样移呢？如果你先移到红杆上，这样会更容易。为什么？*我不知道。我已习惯那样做了*。当问他是如何取得成功的，他只是又重新移了一遍（*从这里到这里*，等等）。

数月前，一位叫佛姆（7 岁 6 个月）的受试者参加了类似的实验。在我们这种实验中，他只移了几次便立即成功地移完三圆板塔；他用 17 次移完四圆板塔（二次是多余的）；五块他用 40 次，而不是 31 次。他移的速度极快并很有方法。

为解决二圆板塔的问题，人们必须首先预测到，如果直接把Ⅱ移到 C，随着移Ⅰ，那么，Ⅰ就会在Ⅱ的上面，而不是下面。因此，必须为Ⅱ找一个临时的去处，然后才能考虑把Ⅰ移到 C。由于 B 尚未使用，因此，B 正是Ⅱ的暂居之地，然后才能把它移到 C 杆的Ⅰ的上面。这的确涉及转换，然而这是一种有关具体动作之实际程序的实用性的转换。这里并不存在真正可以验证的运算结构，例如，如果 $A \leqslant B$，$B \leqslant C$，那么 $A \leqslant C$，这可适用于各种不同意义、不同内容之间的关系。然而，这种"动作的转换"和一般逻辑数学转换出现在同一ⅡA 水平。这就再一次表明，后者就像其他新生运算结构一样，在发展过程中是与实践方案之总协调相联系的。然而，在我们二圆板塔中的动作转换，不能被看作一种逻辑数学转换应用的可验证形式。后者似乎可被看作某种结果（如同因果关系中所涉及的转换概念，如运动传递概念——参阅《学习》第 27 卷）——一种对于动作的一般转换协调的结果——它是从这些动作的进步中产生出来的。

在特殊情况中，这些转换性协调在第Ⅱ阶段方有可能，因为受试者不再在不考虑其动作的结果是什么的情况下开始动作，也不存在将其方法从属于对目标或结果的极不充分的预测。从此开始，受试者在处理移动圆板的一系列动作时，就有了充分的预测和倒摄，而这种预测和倒摄将互相协调。换言之，在二圆板塔问题中，第Ⅰ和第Ⅱ阶段反应之间的根本差别是通过解决问题的方式及其结果来区分的。因此，解决问题的方式的好坏，应从其结果判断，无论方式还是结果都是从预测的进步中产生的。此时尚不能断言：动作是由概念化支配的。在此特殊情况中，概念化只不过是在或大或小的程度上

对动作之认识的产物，而这种认识对于比较简单的问题是适当的。

对于三圆板塔问题的反应使这一点更为清楚。这一水平仍将动作视为首要因素，而概念化仍然仅仅出现于极不完整、漏洞百出的描述之中（格欧曾说，*我一点也不知道*；罗伯在谈到他曾三次用过的那种方法时竟说，*我从未这样做过*），其中没有对连续动作之必须内容的全盘计划。然而，和第Ⅰ阶段相比，第Ⅱ阶段的反应有明显的进步。正如刚讨论过的那样，这一阶段能更好地区分方法和动作结果，方法和结果的协调进一步加强了。在第Ⅰ阶段，每一具体动作本身就是其结果，并带有在或大或小的程度上忘记了的目的。（一般说来，受试者把所有圆板都移到 C，总是认为Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ，而不把圆板放到桌上，或拿在手中。）在第Ⅱ阶段，每一动作都从属于这一目的。格欧曾说，*我在想能不能移它*。在这里，她是在想下一步该怎么做。然而，这种进步来自预测方面的进步。把格欧和维尔作一下比较，格欧的行动中仍有错误，但她却能自发地改正它们；维尔在每一动作前都犹豫一下，这表示她在整个第Ⅱ阶段预测方面有实质性的不断改进。我们不应把第Ⅰ和第Ⅱ阶段之间的差别只当作一种特征来看待。

这种差别把我们引入下述问题之中：这些预测是不是实际动作的产物？或者，它们是不是本实验中具体动作（从一杆向另一杆移动）之外的比较一般的运算机制的表现？重复任何动作都能导致作为下述两种因素结果的预测：(a) 尝试与错误之后的改正，在这里，倒摄过程引起预见性的积极效果；(b) 由简单的再现（或概括的）同化引起的转变。第二种因素(b)和伴随它的自动调节并不足以引起有意识的预测。例如，在受试者将三圆板塔从黄杆 A 移到红杆 C 之后，再要求他从黄杆 A 移到蓝杆 C 时，他总是会毫不更改地使用原来的方案（格欧在快结束时如此；罗伯甚至说，*我已习惯那样做了*），而不是使其顺化于新的情境，这样就产生许多不必要的动作。另外，由于(a)因素需要更积极的调节，因此，它会产生以“想出来”的预测形式表现出来的认识。看来正是后者才说明了将手段从属于结果方面取得进步的原因。

简言之，动作之连续发展会改进预测。这种情况的发生不受受试者实际推理能力的限制。而推理能力是通过掌握运算结构而产生的，因为尽管这些推理也来自动作之一般协调，但它们却处于复杂的反省抽象较高水平之上。这些运算结构的应用本身实质上已具有推理的性质（如，极为一般的守恒方案），而从动作中逐渐产生的预测最初仍基本具有归纳特征，因为它们不过是以比较早的观察为基础的。例如，丹恩对圆板运行长度的反应是：Ⅰ较短，Ⅱ较长，Ⅲ*总是来回转*，但他却认识不到比Ⅲ小的新圆板（Ⅳ）的移动次数。第Ⅲ阶段将开始看到某些运算推理的开始，这在佛姆的出色反应中已有显露。尽管佛姆是一个年仅 7 岁的孩子，但在做完第一次实验 4 个月之后，他还是找到了三圆板塔的最佳解决办法，并制订出解决四圆板塔甚至五圆板塔的方法。

第Ⅲ阶段

这一水平的受试者年龄为十一二岁，其特点是能够较快较稳定地解决三圆板塔的难题，在解决更多圆板塔问题时，其推理认识不断加深，并能明确地使用以前的经验。

例子

瑞伯(10 岁整)　7 次便成功地移完三圆板塔；改变始、终杆之后，亦能应用这一方法，毫无多余的移动。*如果你不改变杆的话，每次都必须采用相同的步骤。*你所说的相同是什么意思？*它指的是原则。*移四圆板塔时，*你必须更多次地来回移它们；但你对移动仅了解一点，你就要重复它们。*八圆板塔怎么样？*那几乎是一样的，只不过多了几块圆板。*

罗伯(11 岁 7 个月)　一旦了解要求之后，他仅用 7 次便成功地移完三圆板塔。*我已经明白一切了。如果我把小块圆板放到 C 上，我能把中间的放在 B 上，然后把小的放到中间的上面，由此，I 才能放到 C 上。*实验者变换杆的位置之后，他像刚才一样开始，但很快停下来，并调节他的方案：*我认为应和以前一样。*移四圆板塔时，他正好用 15 次便成功了。是不是更难了呢？*稍难一点，多一块，你就得多移几次。除此之外，原则是一样的。*什么原则呢？*你总是先拿较小的*(Ⅲ)，*再拿中间的*(Ⅲ)，*然后你把小的放到中间的上面，这样你才能拿大的*(Ⅱ)，*在那会形成小金字塔；之后的方法就清楚了，我可以再重新开始；后来就都一样了*(指的是Ⅰ)。后来，他把这个过程清楚地解释给他的朋友(这种交流在第Ⅱ阶段是困难的)。他们的谈话是这样结束的：*开始很重要，尤其是第一步，你一定要认真考虑，否则你无法成功，或者你移的多余步骤一定很多。*

显然，罗伯不但变更他的方案，使其适合新的情境(不同的“始杆”和“终杆”)，他还概括了已经用过的方法(*原则*)。在移四圆板塔时，他也这样做；在描述如何移八圆板时，他还是这样做。他指出*原则是一样的*，并描述出移的要点。这个方法由瑞伯加以概括，罗伯对之作了相当精确的描述。这个方法乃是重复移动的综合(三圆板塔中，Ⅲ移动 2 次；四圆板塔中，Ⅲ和Ⅳ移动 4 次)。因此，罗伯强调了移第一步的重要性，他的方法使用了有关圆板位置转换的论点。这一论点现已得到证实，并已不仅用于实际方法之中了。罗伯在解释中甚至详细地说出了移三圆板塔时从一杆移到另一杆的方法。这与运算推理极其接近。当然，这种方法的获得是较早的动作及其协调的结果。通过反省抽象，受试者便从中引出某种一般的模式，而且他就能把这一模式用到相关的情境之中。

这一步骤所需的等级水平的变化标志了运算推理的开端。这仅仅是开端，因为它来自受试者对动作或最初并非由此推理表示的协调的认识。在比较一般的结构中（像介入守恒、包含物的数量或数的综合），综合的必要性是通过反省抽象体现的，而反省抽象则反摄地修改了对于动作的实际解释，而不是简单地来自成功或失败。

第十五章　序　　列[①]

具有因果特征的具体动作之成功一般将产生对于它们的认识。认识以概念化为基础，并从行动的结果开始发展。概念化不仅是不完整的，而且常常是不正确的，这是因为儿童的事先想法影响了他对情境的看法，也就是说，他看到的是他认为本该看到的东西。相反，导致儿童纠正概念性的看法，并使其有能力解释情境的协调，来自反省抽象过程中对动作的一般协调。受试者可能意识不到反省抽象的来源，但他却注意到由这种抽象和这种协调引起的反省的重组(reflexive reorganizations)。

以上描述是否也适合序列中的运算性动作呢？前运算水平缺乏协调，受试者一次能够按顺序把 2 个或 3 个元素排好，但是却不能把所有元素按顺序排列。运算水平出现了一般的协调(可逆性和转换)，这种协调把那些具体动作联系成一个整体。在这些情境中，动作方面的成功(像因果行为那样)先于认识和概念化，还是认识首先出现并支配动作？如果动作的成功先于认识，那么，认识及其导向的概念化的实质又是什么？初级阶段是否存在着系统的曲解，或在概念化阶段，协调的取得是否略晚于身体动作的概念化？最后，为了解决这些不同问题，反省抽象介入协调本身结构的意识程度如何？

本研究过程中使用了各种不同的方法。最初，实验者使用数组桶、卡片和杆，它们都可以按大小的顺序排列：(a) 6 只桶(分别为绿、红、黄、粉红、蓝和橘黄 6 种颜色)，其直径为 3.5—8.5 厘米，高度为 2—5 厘米，一个个可以按顺序套进去。(b) 7 张白色长方形卡片，其宽度一样，但长度变化在 11—11.5 厘米(差距在 5—12 毫米)。每张卡片的一个角上画一个彩点，这样受试者无须参照尺寸大小便可辨认卡片。(c) 6 根 4 厘米宽的金属杆，其长度变化在 11—16 厘米(差距为 1 厘米)。

三项任务总是按下述顺序提出的：桶、卡片、杆。6 只桶一个套一个地显示给受试者，然后让他把桶排成“完美的一排(a nice line)”；如果他失败了，让他把桶排得“更和谐”些。动作一开始，实验者便立即要求受试者描述他正在做或不得不做的事情，有时也可以问他如何向他的朋友解释应该做的事情。然后实验者让他再重新开始排出“和谐的一排”。在他排的时候，要求他做出评论。对于卡片和杆，也按照同样的程序进行。

后来，再加上三项任务：(a) 实验者把这个序列藏起来，并要求受试者通过记忆进行描述。(b) 实验者要求受试者在屏幕后排出这一系列，如有必要就帮助他一下。

---

① 与让-保罗·布朗克特(Jean-Paul Bronckart)和安德鲁拉·恩里克斯-克里斯托费德斯合作。

(c) 在受试者实际尝试之后，实验者要求他把“他想要做的事情”画出来；有时也可让受试者看 3 张画好了的图，要求他选出正确的一张。

最后，可以对几名 4—6 岁的儿童进行初步调查，调查时使用 6 只“半桶”，6 张纸板（纸板为两个半月形，中间有裂缝，以便使一张可以垂直地插在另一张上），每张纸板与每只“半桶”对应（“恰好进入”）。要求受试者把桶按顺序排好，然后像排桶一样地排好纸板，最后让纸板进入桶内，以便检查两组的排列是否正确。

在这一点上，让受试者回忆在完成序列任务时通常能遇到的困难程度是有用的。在ⅠA 水平的较低阶段[ⅠA(ⅰ)]，受试者只能排列 2 个、2 个的部件（如，一大、一小），而不能将它们协调成对子。稍高级阶段[ⅠA(ⅱ)]的受试者与此相同，不过这时能排列 3 个或 4 个部件。在ⅠB 水平，受试者只有在尝试与错误之后才能够完成序列，并在随后进行改正。最后，在ⅡA 水平，受试者能以正确的方式安排序列，他先找到所有部件中最小（或最大）的，然后再找剩下的部件中最小（或最大）的，等等。这样，如果把 E 看作同时大于 D、C、B 和 A，而小于 F、G，那么，只有在ⅡA 水平（这时受试者不能同时看到 A 和 C），受试者才能把握转换概念，并理解：如果 $A<B$，$B<C$，那么 $A<C$。

从前运算水平开始并停留于这一水平的受试者

在受试者的动作稳定的情况下，第一个目的是建立概念化和动作之间的关系。

例子

莉莉（4 岁 11 个月）　她一直停留在ⅠA(ⅱ)水平（对于 3 个或 4 个部件能成功）。莉莉排完 3 根杆之后，实验者要求她用同样的方法排 6 根杆。她拿起 2 根，大体上把它们的底部放在同一水平面上，并先放下那根最长的。然后又加上 2 根。由此，她排的顺序为 6、3、2、1。后来她似乎看不到基础线，也就找不出 4 和 5 的合适位置，她最后排的顺序为 4、6、3、2、1、5。你想做什么？……给我解释一下你首先应放哪个？*大的、中等的、小的*。你怎么才能走下这个台阶呢？（指着 4 到 6 为顶线然后下去的台阶。）你能再给我做一次吗？（顺序为 6、5、4、2、1。）3 怎么办呢？（试了一会儿，但找不到合适位置。）给我讲一下它们的情况。*大的、中等的、小的、大的、中等的、小的*。然而，她画的 4 根杆的图却明显地表现出它们的高度差。

格依（4 岁 6 个月）　他达到了ⅡB 水平。他开始没有按桶的大小将桶排成一排，后来做了正确的排列。*我刚才放了小的、中等的、中等的、中等的、大的*。（实验者把桶的顺序打乱，让格依重排。一开始他还是没有考虑大小就排，然后把它们排得很正确。）第一个的大小怎么样？*大*。另一个呢？*中等、还是中等、还是中等、中*

等、小。他排卡片时的反应和上面一样，但他把它们作了如下描述：*极小、小、大、大*。由此返回到常见的三分法形式。他排杆的情况也是如此：实际操作是成功的，口头表达的概念化仍是三分法。

格依在3个半月之后用杆做进一步的实验，其动作水平没有变化，改正后他取得了成功。对于屏后的排列他遇到了极大困难。他的概念化仍和以前一样：*小的、中等的、另一个中等的、大的、另一个大的*。他画的图介于二分法和三分法之间：6根小杆和4根长杆（其中2根比另外2根稍短）。你画得对吗？*对*。给我解释一下。*大的、中等的、中等的、中等的、小的*。

佳依（4岁10个月） 他和ⅠB水平的儿童一样，然而其概念化水平起初与其动作水平相符，后来甚至高出这一水平。他排列杆时出现一些差错，又未取得经验上的成功，此后他说，*你必须放大的、中等的，那里放稍微中等的，那里放稍微有点大和小的、最小的*。他画的图代表6个部件，但呈现出的顺序是底部而不是上端，而底线也不是一条直线。告诉我这是怎么回事。*大的、稍大的、中等的、稍小的、稍大的和小的（和最小的）*。如果你在这里开始呢？*最小的、中等的、稍大的、中等的、大的和再更大的一个*。佳依说了3次稍大和小的。

比艾（4岁10个月） 在取得类似的经验性的成功之后，实验者要求他向朋友解释如何做这件事。*最小的、几乎最小的、中等的、几乎中等的、稍微有点大的*（他重复了一下）*、几乎最大的和大的*。

阿克（4岁6个月） 在经过尝试与错误之后，他正确地排列了桶。*我把橘黄的放在蓝的旁边，因为它更大*。这另一个呢？*稍微更大一些*。另一个呢？*稍微更大一些*。以下还是这样。后来实验者打乱排列并要求他重新开始，然后提问题的方式加以改变：你为什么把绿色的放在这里？*因为它稍微有点大*。那么红的呢？*因为它稍微有点大；不，稍微更小了一点*。他所说的第一个和最后一个桶是对的，但把中间几个说乱了。他排卡片时的反应一样。第一张卡片大，以下为*稍微有点大*，但后来他把第一张说成*较大*，以下的说成*较小*、还是*较小*，等等。在完成杆的任务之后（同样是经验性的成功），他以相对形式证明他的选择：*因为这根比那根稍微短一些*。然而，他指的它们的顺序错了。当让他排列10根杆时，从1到5排得正确，并以配对结束。

莱斯（4岁9个月） 他也是经验性成功的水平。在提及最后4只桶时，他说，*这里有几个中等的*（逐渐小）*、稍微中等的、真正中等的、稍微小的、小的*。拿走第一只桶（绿色）之后，现在大的在哪里？*它已不在这里了*。那么那一个（红色的，现为最大）是什么呢？*比那个*（第二个，黄色）*大*。黄色的呢（第二个，最大）？*比橘黄的*（第三个，最大）*大*。（实验者把绿桶放回。）现在红的怎么样？*比那个*（黄色的）*大，比那个*（绿色的）*小*。然而，这种良好的相对论观点并未保持下去。莱斯经过数次纠正之后，他最后排的顺序为6、5、3、4、2、1。你应该把3放在哪里呢？*它是中等*

的，你该怎么处理它呢？此外，在他排列卡片时，他排错了第4张，这样便又返回到ⅠA(ⅱ)或ⅠA(ⅲ)水平，因为5个部件的排列顺序是1、2、3、5、6。后来他更改了4的底部位置（最初级动作的反应特征），于是它看起来就较小了，这样序列便是1、2、3、5、6、4。他作的解释也不准确：大、中等、中等、*稍微有点中等*、*稍微有点中等*、特小。除最后把4说成特小之外，他在排列杆时从ⅠB水平到ⅠA(ⅱ或ⅲ)水平回退，也使其概念化从明显地掌握比什么大的关系上回退。他返回到对物体的简单称呼，这种简单称呼甚至是不完整的（6个中有4种称呼法），这几乎也是三分法了。

以上这些例子为分析概念化和动作之间的关系提供了充分的可能性，也就是说，在同一水平的概念化和动作方面，后者超过了前者；或者，至少看上去是前者超过了后者。哪一种对呢？看来，在这一点上明智的做法是立即从本研究中得出结论，并让读者去判断随之而来的证明的价值。

对于动作来说，序列概念的发展当然是从（ⅠA）水平开始发展到（ⅡA）水平。在ⅠA水平，具体动作占突出地位，如把小和大部件组合起来（配对）；在ⅡA水平，动作之间的协调居先，而且这些协调对于动作的控制达到使它们具有连贯的运算。在这两种水平之间，协调不断地加强，从最初的ⅠA(ⅱ)最低水平（把大的和小的都说成*中等的*）发展到ⅠB水平，在这个水平上，受试者的不同尝试已不再是偶然的。最初具体动作已具有逻辑数学的特征，并与因果型相对：根据两个可能顺序位置中的一个，把一大、一小组合起来。其结果是物体本身不会产生障碍，对这些动作的认识也几乎不会受到曲解，这样便形成动作和概念化之间的一致性。然而，由于动作变得越来越协调，从而整个行为也更复杂。认识在没有因为因果关系而被曲解的情况下（从物体这方面来说并不存在动力阻力）变得更加艰难，并要服从它的一般规律。由此，注意力便首先集中在动作的结果上，也就是说，集中在边缘上。只有在此之后才会注意内在和中心的作用过程，注意协调本身。因此，有意识的概念化便或多或少地迟于动作的协调。这样，在这种说法中仍需解释明显例外的情况。如果概念化指导动作，这或是由动作预测（本研究已显示我们的这个观点）和绘画预测（画出建议的序列）的比较所造成的（绘画预测仍是单向的，仅属于半运算性质），或是由直接语言训练的结果所造成的（像埃尔米纳·辛克莱的实验那样）。但是在哪里可以同时学到协调和言语的阐述？

在动作和概念化水平一致的大量例子中我们已经引用了三个。我们这里并未拿出初级的ⅠA水平的例子。在ⅠA水平，动作和概念一样都是成对的，在辛克莱教授的著作中可以发现足够的例证，在我和巴蓓尔·英海尔德关于记忆的研究中也可以看到这样的例子。然而，ⅠA(ⅱ)水平和ⅠB水平是有趣的。莉莉的情况就说明了ⅠA(ⅱ)水平。莉莉对3个甚至4个元素的操作是成功的，而其概念化却是用三分法的形式表述的：大、中和小。是这种表达法指导动作，还是其他方法指导动作呢？首先应该明确的是，莉莉在做杆实验时，其操作取得了微小的进步（她排出了5个元素的顺序），这与其

概念化并不相符。像两个一组一样，三个一组也形成了这种简单而“具体”的动作，这是将两个一组和三个一组的协调进行比较而言的(受试者用这种方式开始，然后仅排出一种顺序，可能是完整的，也可能不完整)，而对这种动作的认识可能是从其结果中产生的。一个人不能在这里(至少要在感知运动阶段之后)真正区别动作和概念化。

ⅠB水平的反应(如，佳依和比艾)提出了更加复杂的问题。正如所期待的那样，这一动作水平和辛克莱教授称为“标签”式概念的水平相符合。ⅠB水平的特征是，通过连续加以改正的具体操作，取得了经验上的成功(即通过对不规则作补偿而开始协调)。每一单个的成分(具体动作)都由一种绝对的方法加以限定(佳依说的*稍微中等的*，比艾说的*稍微有点大的*，这都是根据某种暗指关系的过程得来的——就是最初的协调)。这种概念化是否控制动作，是否只形成对动作的认识？在第二种情况下为什么后者是恰当的？在第一种情况下，如果先于动作的概念化不是来自语言，那么，它是从何处产生的呢？为什么这种语言与成人在同等情境中所用的语言如此之不同(见佳依和比艾)？为什么这种语言在动作之前便创造出来了(哈里斯和乔姆斯基的看法)？

我们首先要回顾一下：格依的动作处于和ⅠB水平一样的水平，而其概念化仍然是三分法ⅠA(ⅱ)水平。这种经常发生的情况表明，儿童的动作从ⅠA(ⅱ)水平进到ⅠB水平，在此过程中，概念化是不需要的。另外，对于ⅠB型动作的适当认识是容易的，因为这里仍存在着极少的具体动作协调，因为概念化对具体的单个物体施加影响，而无须对它们之间的关系做出任何解释。

本研究过程中曾遇到大量的第二类型的受试者。格依仅是我们引用的一个例子。他在顺序排列问题上所取得的经验性成功，总是伴随着三分法型解决方法的概念化。更为明显的是，他画的图仍表明其解决办法处于二分法和三分法之间。在5岁6个月的受试者中(这是在当前的学前教育情况之前取得的早期数据)，半数的受试者能够事先画出序列，而对此却不知道如何去实际构造。我们认为，这种认识迟于ⅠB型动作的现象可以通过这一事实来解释：动作间的协调首先呈现于这些动作本身。只有到后来，概念性的协调才开始通过受试者对物体的标称表现出来。

阿克和莱斯是第三种类型受试者的典型例证。他们似乎与我们的假设相矛盾，因为在他们的实践中，概念化明显地先于动作(约四分之一的受试者都属于这一种类型，而四分之三的受试者则属于第一种和第二种类型)。佳依在三种情况中把杆说成*稍微有点大和小*，后来他用*再更大*来表示，这表明了一种关系的交叉。虽然阿克和莱斯多次用*A 比 B 大*(或小)这种形式表示这种关系，但只要这种关系没有与逆向的关系相结合，它就只是一些前关系(prerelationship)。有一点要说明的是，莱斯的确坚持地说，序列中的第二元素*比*(第一个)*大*，同时又*比*(第三个)*小*，这在这一阶段是极为罕见的说法。这种超过动作的语言表达到底有什么意义呢？指出这一点是重要的，即它对随后的动作并不会产生丝毫影响。阿克从桶到卡片和杆的操作始终都是ⅠB水平的，当给他10根而不是6根杆时，他最后排出的仍是成对的。莱斯的动作甚至从ⅠB型回退到

ⅠA(ⅱ)或ⅠA(ⅲ)的水平。总之,这种概念或语言的先进水平不能使随后的动作发生变化——既不存在回退,也不存在进步。

在这些反应的性质方面有两点是极有趣的。第一点仅涉及莱斯罕见的阐述:*B比A大同时比C小*。莱斯首先指出A是最大的、B是最小的,后来当把A拿走时,他说B比C大(这里并非没有障碍,因为他开始说,*现在大的不是B,但现在再也没有了*)。由于成功地说出B比A小,同时B比C大(但这只是把A拿走之后说的),于是,在未把A拿回来时,他仍继续坚持他的这两个判断。假如实验者没拿走A的话,他无疑会认为它们有矛盾。第二点涉及大于(或小于)的一般关系。这种概念化包括在什么之中呢?是不是单向的预想(正如上面所指的图画那样)早在对序列进行运算的构造之前就已经成功地用图表示出来了呢?它是否涉及某种更为精细的关系分析?研究一下下述例子将有助于我们看清这些问题。

水平变化的受试者

重要的是要确定本阶段所取得的进步是由动作本身造成的,还是在概念化的帮助下(如果说不是非直接影响的话)取得的。

例子

依维(5岁5个月) 他的水平一开始属于ⅠA,他的错误在于始终没有一条直的基线。实验者给他演示了3根杆的排列顺序之后,他又开始了。多次尝试之后,他成功了。然后问他如何才能按顺序把杆排好。它们都一样吗?*不,那根大,这根大中等,那根也是大中等,所以大、大、大*。那么我必须先放哪一根呢?*大中等的*。然后呢?*另一个大中等的,然后大的*。你想要一个和它一样的,还是比它小的,还是比它大的?*比它大的*。随后,让他演示他刚才所描述的。他一开始仍没有基线。多次尝试之后,他成功了。你刚才是怎么做的?*我把一个中等的放在那里,然后另一个中等的*。它是怎么样的呢?*稍微更大*。后来呢?*后来我放了一个比它下一个稍大一些的*。很明显,当依维的水平从ⅠA进到ⅠB时(尽管有回退现象),似乎他在认识上也取得了类似的进步。

提尔(5岁1个月) 经过尝试与错误之后,他达到经验性成功的水平。给我解释一下你必须做什么?*放大的*。然后呢?*中等的*。下面呢?*小的*。再下面呢?*另一个还要小的*(等等)。他画的图也是正确的。他在屏后排列时说,*我排不出来那样的,我找不到大的。这可不容易。总得试一试*。(他找到大的了。)以后呢?*中等的*。他继续这样说,但他每次都把剩下的杆立起来,接着他找到最大的。他只出

了一个错误。

查阿(5岁3个月) 他只是把桶排成一排,而不考虑大小。经过多次尝试之后,他最后把它们排对了,并这样描述:中等的、大中等的、大中等的……小的。在排卡片时,他依然随便地把它们排成一排,而不考虑大小。你刚才排得像什么?像台阶。你能爬吗?(他成功地排出1、2、3、5、6,而把4放在一端。他把它拿起来,试了几次也未成功,又把它放在另一端,又拿起来,最后还是一样。)你能告诉我你刚才做的事情吗?你拿最大的,然后中等的、中等的、中等的、小的。然而,在他排杆的时候,很快便成功了。他把这些杆与2相比,排出1、2、3、4;比较剩下的2根之后,放下5、6。你刚才做了什么?你拿最大的、中等的、中等的、中等的、最小的。如果我把它们(1和6)拿走,它们怎么样呢?较大、中等、中等、较小。

艾赛(5岁6个月) 第一次排桶时,她没有考虑大小,然后很快便看出如何把它们排列起来,因为它们变得越来越小。告诉我刚才你是怎么做的?……你有没有拿一下?是的,大的。后来呢?比大的小的。然后呢?比那个小的,等等。假如你再重新开始,从那边开始(指出那边)吗?较大、较大、较大。那么,这粉红色的既是较小又是较大吗?不,它不能同时又较大又较小,你说是吧?再给我排一个好队。(她毫无差错地排起来,边排边说桶的名称。)这是最大的,这是最小的,等等。如果你从那一头开始呢?较小、较大、较大,等等。刚才它们较小,现在它们较大,这是怎么回事?因为我们刚才是从那头开始的。她排卡片是经验水平。你刚才做什么了?我放较大和较大的。那你刚放了什么呢?我没放较大和较大的。她排杆的顺序几乎也是运算性的:1、2和5、6。她把3和4放在她在2和5之间留出的空里:它变得越来越小了。那一个较小同时又较大对吗?对。怎么回事呢?对的。为什么?因为杆变得越来越小。

斯欧(6岁1个月) 他开始未能把杆按大小的顺序排出来,把最小的放在了中间。我做的台阶能上也能下。我想要一个一直下的台阶,先告诉我你打算怎么做?我打算放大的,再一个大的,再一个大的,然后中等的、小于中等的、较小的中等的(3个较小的中等的)。他只出了一个差错,并将它作了改正。告诉我你做什么了?(除他把第6个说成最后较小的中等的之外,其他都和先前完全一样。)他排杆的顺序为1、2、3、5,然后马上加进其他的,都对了,所以他几乎达到了运算水平。我放大的、大中等的、较小的中等的、较小的中等的、较小的中等的,最后一个是非常小中等的。

赛尔(6岁3个月) 他小心地排列卡片,最后只出现一个差错,但未改正。你想做什么呢?一个好台阶。怎么做呢?大的、小的、小的、小的、小的。后来,他马上把杆的顺序排好了。很好,你刚才怎么排的?大的、小的、小的、小的、小的、小的。实验者设法让他把关系表述得更精确些,但毫无效果。

我们研究受试者时,他们的动作水平并未受到我们提问的影响。在整个测试期间,

根据受试者表现出的概念化水平,我们把受试者分为三组:概念化水平同步于、先于或后于动作水平。在实验期间,如果受试者的动作取得了进步会发生什么情况呢?概念化和动作的进步是同步的,还是先于它,还是落于它呢?实际上,在这三种可能性中,只有两种能被观察到:概念化认识方面的进步和动作是同步的(依维和艾赛)以及落于其后的(提尔、查阿、斯欧和赛尔)。

以上两种情况中,对于后一种反应做出说明比较普通而容易。提尔的情况特别典型,他开始的动作属于IB水平,此时他的概念化先表现为三分法(前三个部件也说成:*大*、*中等和小*),但此后不久,它就变成相对的或前相对的了(*另一个还要小的*,他对最后两个也作了同样的重复)。所以,提尔一开始的概念化显然超越了他的动作。然而,随后这种超越对他却毫无作用。当他在屏后排列杆时,他的行为已是运算型的了:他找其中最大的,然后每一次都找剩下的那些中最大的。但在他的描述中(这可能是因为缺少恰当的认识,正如我们下一部分将要讨论的那样),他不仅没有再提到这件事,反而使它具有极为基本的概念化内容,仅仅区分:*大的*,然后*中等的*,等等。因此,他的概念与其动作上的进步是不相称的。

查阿的情况尽管不是那么引人注意,但与提尔相类似。他开始的水平属于ⅠB,其概念化水平明显地超越其动作(*中等的*,他把这重复了3次)。随后,他几乎立即便将杆的顺序排好了,但他的描述却多少仍是三分法。

斯欧最初的动作属于ⅠB型(刚好),而且他的概念化介于三分法和标准法之间:他的最后成功(排列杆)几乎属于运算型的,但其概念化却几乎和动作完全一样。

最后,赛尔动作上的进步也是类似的(甚至更清楚些),其概念化仍是一致的和基本的:*大的*,然后重复5次*小的*。

在以上4种极为有意义的情况中,后2种未呈现任何概念上的进步(在这方面,他们的水平仍极为低下),而他们的动作却从ⅠB水平几乎进到ⅡA水平。前两个受试者的概念化远远落后于他们的动作。提尔的动作显然是运算型的,查阿的动作几乎也是运算型的。很明显,在这一水平上,概念化对于动作上的进步并不是必需的。

依维的概念化和动作相一致,他从ⅠA水平进入ⅠB水平,而他最初几乎是二分法的概念化,最后涉及*较大*这一关系,然而这是发生在实验者提出启发性问题之后。艾赛的情况更有意义,她最初的动作介于ⅡB和ⅡA之间,而且她的概念化也是同样水平:*杆变得越来越小*。尽管她已经能够使用*较小*和*较大*这种关系,但她拒不承认元素B可以同时*既小于*A,*又大于*C。相反,她排列杆的顺序几乎是运算型的,而且她接受了这种双重关系,并以杆的长度在不断地减短这一事实加以论证。这里,操作上的进步似乎已导致了概念化的进步。然而,这里依然存在着比较关系之不同含义的问题,以及第一部分提到的概念化超越动作这一重要问题。通过这一部分描述的那些情况的比较,对后一个问题的讨论到现在已结束了。

如果比较的关系是单向的,也就是说,它不能用反方向的其他物体来完成,那么,这

种比较关系就仍然是前相对的。图解的概念化就是这种情况，它是通过已做出的与其相关的预测图而揭示出来的。5 岁 6 个月以上的受试者在他们实际排列部件之前，大约有一半的儿童已准确地画出增高的垂直杆序列。许多受试者在实际构造序列失败之后能够画出这一序列，这是因为画出一条条逐渐增长的垂直笔画只是一种单向的动作，并且不会遇到任何阻力。相反，(或甚至对于经验排列)受试者必须在动作水平上从两个方向进行多种比较和改正(这种比较和改正还不像ⅡA 水平那样是系统的、同时进行的)，根据遇到的物体(这种物体的特征已不能简单地用铅笔笔画表示)，连续地将它们一个与另一个相比，这绝不是没有效果的。

有些语言表达，如*变得越来越小或较大*、*仍较大*等，可能至少在开始就超越了ⅠB 水平的动作，只不过它们类似于上面提到的图解预测。在两种情况中，所描述的都是那种将要获得或已经获得的静态结果，而不是如何做动作。事实上，受试者不能简单地选择较小或较大的部件，每一个元素必须同时小于前一个并且大于后一个(或其相反)，这就更加复杂化了，并且这将成为只有ⅡA 阶段才会出现的系统性和预测性。在ⅠB 水平，这种双重关系只有在事情之后才会介入改正，也就是说，只有在儿童真正发现了他的差错时它才介入。这种比较关系(到目前为止仍是单向的前关系)并未超越ⅠB 型动作。只有艾赛在被提问时所接受(但未实施)的那种双重关系，才是ⅡA 型动作的特征。

从ⅡA 运算水平开始的受试者

如果本实验的受试者一开始便毫无疑问地属于ⅡA 水平(但按其年龄来说只是刚达到这一水平)，那么，在此情况下，概念化和动作之间的关系是什么呢？当然，这些关系只能有两种，因为如果动作已经是运算型的，其概念就不可能更进一步，它只能落后于或属于同一水平。如果是落后，就有必要判断这是由于语言表达得不够充分(绘图在这一水平已不再有意义)，即儿童没能力表达事实上他已意识到的事情所造成的，还是由于不适当的认识造成的(更有趣的是，这关系到我们的假设)。

例子

赛恩(16 岁 6 个月)　他开始排列 3 根杆，然后 6 根。你在排列时是怎么找杆的？*我总是找较小、特小的那根*。你用哪一根开始？*用最大的*。你怎么找最大的？*我找它*(没马上找到)，*因为它是最后一根*。以后你找什么呢？*那根*(第二根)。怎么找呢？*中等的*。然后呢？*中等的*。同样中等的吗？*不，更小的*。然后呢？*一样，小于中等的，然后那根特小的*。你怎么向别人解释呢？*你应该放最大的，然后放中等的，再放小于中等的*。但我有许多中等的呀，我不知道拿哪一根。*拿比大的稍微*

小一点的那根,然后(不是大的后面那根,而是另一根)比大的后面那个稍微小一点的那根。然后,仍较小,仍较小,然后就是那个特小的。他画的图自然是对的。屏后的序列相当正确。赛恩把这些杆抵在桌子的内边,以便判断另一端的长度。你在找什么呢?最大的那根(他把它放下)。你怎么知道它是最大的?它的两边都比其他的大。

比尔(6岁11个月) 他快速、正确地排好杆。一个台阶。你怎样才能做个台阶呢?你总是放较小的。你先拿哪一根?非常大的那根。然后呢?中等的。哪个中等的?中等的、小中等的、稍微小一点的中等的。你怎样向其他人解释呢?你先拿非常大的那根,然后拿中等的。那根中等的是什么样子呢?多少有点大,然后是中等的。下面呢?特小的,不,中等的、小中等的、小的、特小的。现在我们从另一头开始。特小的、中等的、小特小的,啊,不,它本该是第一根!大中等的和特大中等的。特大中等的吗?半中等的。哪个的一半呢?特大中等的一半(因为现在仅有半中等的)。他马上画出10根杆的序列,屏后排列也成功。我拿最大的。然后呢?我把它们都像那样放(抵住他的手,再把它们留下)。

格尔(6岁9个月) 他排列桶时说,我开始用最小的、中等的,然后稍大的,然后甚至更大中等的、最大的。给我解释一下你刚才怎么做的。按大小。这是什么意思呢?较高、较高……排列卡片时,他边排边自言自语,这里可能有些更小的。他在屏后排列得也很正确。好好地给我解释一下你刚才在找什么。看大小,最大的(所有里面的),我最后用的是最小的。实验者把第四个部件拿在背后。不行,我们需要那个,否则我们做的台阶(一阶)太低了。(实验者拿走倒数第二张卡片。)我们也需要那张,因为它比那张(最后一张)大。

格安(7岁) 在排列桶时他说,(你不得不)这里放最大的,然后稍微较小一点的,另一个较小一点的,那里放特小的。排列卡片时,你为什么把棕色的放那里?因为它比黄的大。那为什么把黄的放那里呢?因为它比棕色的小。格安把所有卡片的边抵住桌边,以便判断卡片的长度,每次他都把剩下的卡片中最大的准确地取出来。排列杆时,他也使用同样的方法(只是把剩下来的最小的取出来)。

玛尔(7岁2个月) 排列桶时,实验者问她:你为什么在排蓝桶时犹豫?因为它的大小介于两者之间,大于橘黄的,同时又小于粉红的。你怎么和朋友解释怎样排这些桶呢?我会说你必须放最大的,然后顺下去排:小的、小的,往下总是越来越小。排卡片时,她把卡片边对边地对齐,以便找出较大的,然后把其他卡片放在前几张的上面,以便找到放它们的地方。排杆时,她也使用同样的方法。你怎么排呢?我能看出那儿是否有空(尺寸相差太大),并且我看看它是否比较大……我一直在看这里的空是否比其他地方大。

安欧(7岁6个月) 他是本组10个受试者中唯一提及反向顺序者(排列卡片时)。你为什么先放粉红色的?因为它是最大的。然后呢?蓝色的。为什么?因

为它比那些小(他指着随后要放的那些,而并不是说,*因为它比蓝的小*)。你怎么向朋友解释如何排呢? *大的、(比第一个)小的、较小的、较小的等*。你能不能说出一个一般规律? *我从最大的一直放到最小的*。排列杆时,他每次总是从剩下的杆中找出最大的,但未作进一步解释。

除像ⅠB水平那样用尝试与错误法排列之外,要想在序列中不发生任何差错,单凭找出渐大(或渐小)的元素显然是不够的。要想取得动作上的成功,受试者每次选择的元素必须比前一个小(或大),同时又比所有剩下的大(或小)。他可以通过两个相等的过程来完成它。受试者可以把选出的元素与其他每一个作比较,正像格尔排列时自言自语的那样:*这里可能有些更小的*(格安也是如此,他把所有卡片边抵住桌边以判断它们的长度)。玛尔用的是另一种方法,在放某部件之前,她能把它与刚放的一个作比较,以便通过这种双重关系看清是否可以在它们之间放另一个(格尔最后也是这样做的)。

从以上例子中可以清楚地看出,在ⅡA水平呈现出的有关动作的概念性认识具有两重性,这取决于受试者是简单地描述他已成功地执行的具体动作,还是他在解释他已掌握了的关系以协调这些动作。

在描述他们的连续性操作时,并非偶然的不完整性是令人吃惊的。没有一个受试者设法分析他将如何着手解决这个问题。安欧是唯一对第二个部件进行验证的受试者(按递减顺序),他说,不是那个比第一个小(这是明显的),而是那个比下一个大。然而,他说的意思却极为模糊。在实验者要求他把他的方法介绍给他的朋友时,安欧仅仅提到较小的关系:你必须放大的,然后较小的,等等,因为*我从最大的一直放到最小的*。其他一些受试者的描述也不比标称法更进一步,而且没有一个提及这种双重关系。例如,赛恩说,*我总是找较小的那根*,而没指出它同时又比下面的大;另外,他描述部件时用的词是较大或较小中等的。赛恩成功地完成屏后排列之后,在论证他之所以选出"最大的"时,他只能说,*它的两边都比其他的大*。比尔说完*总是……较小的之后*,返回到标称法,并在谈到第二种关系(比下面的大)时,仅用一些莫名其妙的语言:*多少有点大,然后是中等的*。然而,比尔对中等的部件的分类却比ⅠB水平高出一筹:*小中等的、大中等的、特大中等的*,甚至*半中等的*;也就是说,特大的只不过是中等的部分。格安的描述也仅指出单向关系。

受试者在描述他们的动作时都仅谈到所取得的结果,而丝毫未提及所遵从的方法,因为后者要以某种从内部导向动作的一般协调为先决条件,而且,认识过程是从边缘向中心进行的。尽管这种调整实际上并不是有意识的,但受试者的思想却从中产生出一种有关的新关系,并形成意识而自发地用它来解决"小于同时又大于"这样的双重关系。由此,在回答并非暗示性的问题("你为什么在排蓝桶时犹豫?")时,玛尔说,*因为它的大小介于两者之间,大于橘黄的,同时又小于粉红的*。这种双重关系对她来说已不再构成问题。通过反省抽象,从这种无意识协调中便出现新的概念性的指导语,而对于它们的

运用是受意识控制的。协调本身的来源必定是某种在前面的那些水平中尚未构造成的东西(新的产物),它产生于某种预测的自动调整之中,而这种调整将那些在ⅠB水平中发生作用的部分的和连续的调整联合并整理成一个连贯的整体。然而,既然不存在任何绝对新的东西,那么其组成部分必定来自较早和比较一般的协调,我们可以从早至感知运动阶段(顺序排列等)中找到其根源。由此,这种协调的来源便与反省抽象的产物同时构成,它以一种新的方式在比较简单的协调中重新组织;而其他的反省来源便在上述的双重关系中达到顶峰。然而,无论是这种新的出发点,还是较早调整的形成,它们两者都来自动作,并不受概念化的支配,这可以从最后几个受试者的反应中清楚地看出。

在这种联系中,说明一下反省抽象的两种时机(而不是两种类型)的差异是有用的。当然,它是一种无意识的过程,甚至是最为根深蒂固的发展因素之一,因为它是所有再平衡的条件。然而,这样一种过程却能在意识及其随之相伴的概念结果中达到顶峰,这同上文讨论的双重关系的情况是一样的。因此,人们可以谈反省抽象。"反省"一词就其状态的意义来说,它只不过表示"反省"过程之可能的结果,而这种过程是导致这种状态的一种转变。从这种观点来看,双重关系及它导致的结构可称为反射抽象,而体现ⅡA水平特征之一般协调则不是也不会是反射抽象的产物和来源。相反,整个数学的历史也就是反省抽象的历史,它长期以某种无意识过程(反射抽象)之结果的状态出现(像希腊那样)。直到大约17世纪数学才结合到反省抽象的范畴之中;有些概念,诸如数学的群结构概念(盖洛伊斯曾把它提到反省抽象的水平)停留在反射意义上的时间甚至更长些。

利用桶的对照实验

显然,作为ⅡA水平协调结果取得的结构并未被纳为两种逆向的关系:$B<A$ 和 $B<C$。事实上,单向关系 $A>B>C$……已经被某些ⅠB水平的受试者概念化了,它与第二阶段发现的单向关系在本质上有两点不同。第一点不同涉及量的方法。只要这种关系不能完全由$>$表达(此处 $B<C$ 并$>A$),那么这种比较就仍是单向的,并且有一种顺序的含义,而这种含义仍然是接近标称之质的类型的。所取得的唯一进步表现在,这些类型已变为同类的:*稍微大些*,等等。如果掌握了可逆性,量则变得有数而连续了。ⅡA水平和前面水平的第二点本质差异最好地揭示了这种转变。在ⅡA水平,这些量导致了转换法则的形成,如果 $A<B$、$B<C$,那么 $A<C$。(正如已注意到的那样)ⅠB水平的受试者并没掌握这一法则,除非他们能同时看到 A、B 和 C。当把 AB 和 BC 显示给ⅡA水平的受试者时,这一法则对他们就是必要的。

所以,为了确定这种转换法则是否已被掌握,看来有必要进行某种对照实验。为

此，我们涉及了一种与前面不同的任务。当受试者想验证他们的看法时（没有任何与转换之运算方面有关的提问），这一任务揭示了他们是如何利用各种不同类型之概念化的。

实验者先给儿童6个"半桶"*A*、*B*、*C*、*D*、*E*和*F*，并要求他们按体积递减的顺序放置它们。然后再给他们6张纸板1到6（由2个"半月"形构成，每张中间都有一条裂缝，以便一张插到另一张上）。每一纸板都对应"长桶"的直径，并能装到桶内。受试者必须把纸板按顺序排好，然后将它们中的每一张同"半桶"对应地放置：纸板1与"半桶"*A*对应、2与*B*对应，以此类推。每一对都要确保纸板可进入"半桶"之中。然后，实验者要求儿童提出哪一张纸板可以放到桶*B*（然后是*D*）的底下，由此产生三种情境：(a) 儿童眼前只有*B*，而纸板是成堆放的；(b) 儿童眼前只有*B*，而纸板是按顺序放的；(c)"半桶"和纸板都按顺序排放，同时每一纸板都与桶成反向对应。

由此，量的需要和它导向的转换是极为清楚的。(a) 桶*B*小于桶*A*而大于所有其他的桶；(b) 正好能装进*B*的纸板2小于纸板1；(c) 由此纸板1不能装进桶*B*；以此类推。本任务的有趣之处在两方面：一方面，只有ⅡA水平的受试者才能把纸板1从*B*中排除；另一方面，桶或纸板的概念以小和大或简单的标称出现，这会妨碍接受这样一种想法，即所有小的物体都可装进桶*B*（表达的术语用*能走到这只桶底下的纸板*）。

例子（前运算水平）

卡尔（4岁2个月） 你能告诉我这些（纸板）中的哪一个能走到*B*的底下吗？*那个*（1）。还有吗？它们（2、3、4、5、6）都能吗？*是的*。为什么？*因为……*那一个（1）像什么？*它大于B*。所以它能走到*B*底下？*是的*。那一个（6），是不是太小了？*不，它并不太小*。那么，哪一个能走到*C*底下？*那些*（3、4、5、6）。那些呢（1和2）？*不能*。为什么？*因为……*它们太大了吗？*是的，它们太大了*。另外，在她最后成功或排列成功时，她把纸板大小的概念说成：*大*、*中等*、*稍大*、*稍中等*、*中等*、*小*。由此，比较几乎没有任何含义，同时她的*它大于B*这个判断的意思很可能是指：像*B*一样，这样的纸板属于较大的。由此，她的分类只有大小这一种类型。

扎布（4岁5个月） 告诉我所有这些纸板中哪些能走到这只桶（*B*）的底下。*那个，以及1、2和3等*。那些（6、5和4）呢？*不能，它们太小了，它们也不能走*。那个（1）和那个（6），哪个能走到最上面的底下？*那个*（1）。它是不是有点大了？*不大*。你肯定吗？*是的*。那个（6）是不是走得更好一些呢？*是的*。所以，哪个会走得更好一些？*那个*（1）。然而，他一直坚持只有4、5、6可以走到*D*的底下。那么，那些就不能走了？*它们较大*。

迪恩（4岁8个月） 这些（纸板）中哪一个会走到这只桶（*B*）底下？*那个*（1）、*那个*（2）、*那个*（3）、*那个*（4），对吗？为什么那个（1）也可以走到底下呢？*因为它大*。

那个(2)呢?因为它是中等的。其他的呢?那个(6)不能,它太小了。那个(5)呢?不能,因为它是中等的。这两个呢(4和3)?那个(3)能,因为它是中等的。再把纸板按顺序排好。你能不能再告诉我哪一个可以走到桶(B)的底下?那个(1),然后(2、3)。为什么那个(3)也能呢?它大。哪个可以走到桶(D)的底下呢?那个(3)和那个(2)。别的就不行了?这个(4)也行,因为它也大。那么这两个(5和6)呢?它们太小了。

迪艾(5岁6个月) 他坚持认为所有纸板都能走到B的底下,因为它们和那个的大小一样。他还坚持3、2、4、6和5能走到C的底下。这个(6)是不是太小了?是的,太小了。这个(2)是不是太小了?是的,它太小了。所以它们都是一样的?是的。

毕尔(5岁7个月) 他说2、3、1可以走到B的下面,因为它们是最大的。这个(4)呢?不能,因为它太小了。这一个(5)怎么样呢?不能,因为它太小了。这个(6)呢?不能,它也太小了。

佛欧(6岁8个月) 她说,那个(2)、那个(3)和……那个(1)可以走到(B)底下。为什么是这三个呢?它们有两个是中等的,一个非常大。你肯定吗?是的,我看了它们的大小。但刚才桶(B)在哪里呢?在最大的后面。这三块纸板怎么样?几乎是一样的,一个和B一样大,一个比B小,一个比B大。我刚才问你什么了?什么能走到中等的底下?我认为这个(1)可以,因为它稍微中等,稍微有点大。也像其他中等的吗?是的。她认为4、5和6都可以走到D底下,而其他的则太大了。那个(4)正合适。这个(3)呢?可能行。

帕特(6岁8个月) 她马上把纸板按顺序排好,但她把它们分别说成:较大、较小、再最大、再最小、再最小和特小。她认为那个(1)能走到B底下。那么顺序呢?是的,那些也排到5,它们那样很对。最后一个呢?它也是对的。哪个走得最多,1还是6?那个(1)。

例子(中介反应)

雷恩(5岁8个月) 他坚持3、4、5和6可以走到B底下。那些(1和2)呢?不可以,它们已经够大的了。(他认为他仍记得B和3相符。)……它们大。那个(2)和那个(1)的大小差不多;那个(1)不能走,所以那个(2)也不能走。

赛恩(6岁8个月,看起来还小) 他说,那个(2)和那个(3)(能走到B底下),因为它们和那个(B)的大小一样。那个(1)呢?是的(犹豫,没法把它装进去),不,它太大了。你只能把这些(2和3)装进去吗?你也能把这些(4、5和6)装进去。它们也能装进去吗?不,因为它们太小了。

例子(成功)

贝尔(6 岁 11 个月,看起来还小) 他说,*所有这些*(2 到 6)*都能到 B 底下。但那个*(1)*不行,不行,它太大了*。其他也都同样合适地走到底下吗? *是的,它们都小,它们不占多大的地方*。

显然,只有到ⅡA 水平,当受试者设法确定哪个纸板适合在 B 底下时,他才能够用转换法则或序列对应法则。他的答案的基础仅仅是对大小的直接估计,而表达术语却是半定性的。尽管发展最慢的儿童卡尔说,纸板(1)大于桶(B),但她认为 1 会走到 B 的底下。这不一定是言语表达的问题,这个儿童没有意识到我们正在观察着她(5 岁左右)。她是我们心理学同事的一个孩子,有一天她正设法把一个大盒子装到一个较小的盒子里。可能"较大"只不过代表某种类型(甚至其序列),也可能正是这种类型的推理才使得卡尔对桶 C 做出正确的回答:中等的(C),而且不能把大的纸板装进去。对于前运算的受试者来说,甚至那些运用了比较关系(*较大*、*较小*)的受试者,他们也没有真正在量上进行比较,只是通过大小的性质类型进行判断。事实上,由于桶和纸板已经对应地排好,所以他们只是总结出,由于桶 B 在大的范围里,因此它必定与大物体 1、2 和 3 对应,于是恰恰就包括了 1。正如迪恩所说,*因为它大*;或像毕尔说的,因为(1、2 和 3)*是最大的*;(佛欧接近 7 岁)说得特别清楚,*我看了它们的大小*,并进一步表明纸板 1、2 和 3*几乎是一样的*,一个*和 B 一样大*,一个*比 B 小*,一个*比 B 大*。由于 1*稍微中等*,*稍微有点大*,因此,它不至于大得超出这个范畴,所以它一定对应 B。这样便可以清楚地看出,由于小的属于另一个类型,它们绝不适合 B。它们肯定能装进去(4 岁 5 个月的扎布说,*它们太小了*,*它们也不能走*),但大的更适合它。

通过对大小定性类型的推理导致两种介于其中的情况,但其推理方法是自相矛盾的。尽管雷恩并不十分肯定,但他依然认为 B 与纸板 3 对应,因而就排除 1 和 2。但对 2 他还有些犹豫,因为他判断 2 是紧靠 B 的。所以,他的想法十分美妙:*那个*(2)*和那个*(1)*的大小差不多*;*那个*(1)*不能走*,*所以那个*(2)*也不能走*。这种说法接近转换,但是通过类型得出 1 和 2 是"大的",而且如果 1 不适合,那么所有大的都不适合。赛恩的顺序排列已达到运算水平,但正因为这种关于大小的对应问题比较复杂,所以他在某种程度上便回到类型推理了;尽管首先排除了 1,但后来又带着怀疑态度去尝试。

贝尔的情况有明显的不同,由于他掌握了组成和转换的预想含义,因此,他的运算解决方法来自已成为量的关系协调。事实上,这种对照实验的重要发现是,我们进一步证实,在运算水平上根本不存在有效的量化分析,甚至在受试者使用了比较关系"单向"的情况也是如此,因而就不存在转换。

结　论

序列中所涉及的意识概念化和运算协调之间的关系问题可用下述三种方式来表示:

(a) 动作的协调是概念化的结果,因此所涉及的所有运算都是有意识的(其中包括协调之综合),运算都是在有效动作之前发生的。

(b) 协调的效果是在动作水平上产生的,概念化只有在此之后才从中产生,正如儿童渐渐意识到此情境一样(而认识肯定不会马上产生)。

(c) 调整的效果与动作和概念化在同一水平上产生,同时,意识关系也一直伴随着所涉及的动作。

应当承认,在取得这些结论之前,我们曾在第二条和第三条假设之间犹豫不决。第一条似乎被这一事实所排除,即运算来自动作,而且,它又不是在运算能反过来指导动作之前出现的,不像以后所发生的情况那样。至于在第二条和第三条假设之间的选择问题,有时我们会认识到,某种一般的运算结构对受试者的意识来说是难以理解的。这一切都说明他所知道的如何去做(为了解决问题)远远超出他对它们的想法——这种观点对第二条假设不利。然而,对于十一二岁及其以上的受试者来说,他们在处理运算问题上的意识很强,以至于在7—8岁运算阶段开始时,对于第三条假设就有相当可观的可靠性,至少在考虑比序列更为复杂的结构方面是如此。这一观点在我们以后的研究中会涉及,《成功与理解》一书是有关杠杆等问题的成功和理解的。

本章研讨的发现似乎明确表明,在序列方面,动作的进步并非来自概念化的变化。首要的是,运算组合的获得是由动作之协调揭示出来的,而该协调水平要高于所用的概念化水平。为了把这一观点说得更精确些,我们可以这样解释,受试者已经取得某些新的运算格式,并且能把这些应用于其意识思想之中:可逆性(同时既大于又小于的关系组合及其反向组合)、量化以及转换。然而,当要求受试者解释其方法,甚至要求描述诸如"总是剩下的那些中较小(或较大)的"这种明显的简单操作时,他们仍然保持沉默,仿佛根本没有意识到他们已经发现了这种合理而详尽的方法。

这里还存在一个重要的方面。所有的语言表述的确暗指某种概念化,而且所有概念化也的确暗指某种程度的意识,但我们尚未解释这样一种事实:其互反因素并不真实。一方面,概念化既可能存在于语言之外,又可能与符号学作用的其他形式相联系(例如意象和图画,其中只有后者得到了应用)。在这种情况下,人们就会用广泛意义上的表象格式去理解"概念化",也就是理解其意义,而不管其符号。另一方面,如果受试者果真意识到任何事情的话,那么,在符号作用产生之前,与感知运动行为相关的认识

也就产生了，这一点似乎也很清楚。在受试者的语言概念化尚不完善之时，我们能从他们的认识中了解到什么呢？

我们可以这样认为，为了弥补语言表达上的不完善，受试者以想象出的表象形式达到了改进了的概念化。然而，就像研究记忆表象一样，关于心理意向的研究向我们表明两者都受到受试者理解水平的影响。此外，所画出的序列图似乎与语言水平相符，而不是超前。辛克莱教授也持同一观点(参阅她后来的关于学习的研究)。

那么，认识和感知运动机能之间的联系是什么？这是一个比较微妙的问题，因为序列的构成自然要以知觉和运动为先决条件，甚至在没有完善的语言表达的情况下，受试者也知道在其动作所引起的材料的连续活动方面，他们做了什么。然而，即使不进行恰当的对照实验，人们仍然能设想某种程度或不同水平的认识是存在着的，在它与符号作用的联系方面尤其如此。根据下述标准，似乎可能把"基本意识"从"认识"中区分出来。认识构成的动作到其表象的过渡，总包括一种从概念化中产生的结构。"基本意识"则与某种即时的外在或特有认识观察联系在一起的。由于符号的作用，所有知觉总是与某种解释相伴而生(参阅杰鲁姆·S.布鲁纳著的《范畴学》)，这绝不是指它们是一回事，甚至也绝不是说后者必定对前者产生作用。然而，正是这种解释(即任何一种语言或想象出的概念化形式)，才使得感知完整起来，而且，用我们的观点来说，正是这种解释才形成它的认识。没有这种解释，尽管感知意识属于某种"基本"的程度，但它仍是瞬息的。事实上，环境赋予我们的感知相当多，而我们对之并无记录，对它们的认识也就不翼而飞了。如果我们深入地研究就会相信，"潜在认识"或所谓的"无意识感知"(这对儿童在对他所观察和想象到的东西所做出的反应中，无疑会起重要的作用)是一种唯一的未被解释的知觉，而"基本意识"也不足以进入概念领域并由此产生"认识"。

除言语概念化之外，儿童的认识还会采取何种形式呢？很自然，我们的第一种假设是关于内在语言的，尽管内在语言伴随着每一具体动作，并肯定对它起某种作用(格尔自问是否有较小的部件)。这便产生了如果认为受试者在告诉自己做什么以及想要做什么，并在随后从中得出协调的原则，那是大可值得怀疑的。此外，除对意图的感知之外，恐怕还有对每种动作的知觉和动力意识。即使对每种动作的回忆所采取的形式依然是表象，但所有这一切并不能等于协调的认识。由此，似乎极为可能的是，通过认识本身(即使受试者的认识超过我们正辨认的语言概念化)，后者也可以决定认识的局限，而这正是我们感兴趣的基本点。在形成概念化之前，取得对于动作的充分协调是可能的。无论是内在的，还是交流出来的，它们都会导致儿童对它们产生一种恰当的意象。

还有一个问题。辛克莱教授已经揭示了一个基本的事实，这一事实可能与我们以上所有的研究相矛盾。这涉及在顺序排列(一步步地，从一种水平紧接另一种水平的顺序)中引起某种有限进步的可能性，而这种进步是通过能导致改善概念化的言语训练而取得的。尽管在语言学习和形成概念的联系上这种作用显然是微弱的，但可能性依然存在。然而，正如她自己所说的那样，要求她的受试者所做的语言练习，虽然明显地是

言语的，因为受试者没有操作任何东西，但事实上也是一种运算的练习，尽管在使用言语法进行的会话练习过程中，其性质没有发生任何变化。①

① 辛克莱：《语言的发展和思维的获得》，第120页。

第十六章　总　　结

一般说来，如果心理学家谈到某受试者意识到某一情境，那么他的意思是该受试者对这一情境完全了解了。受试者已经了解的事实，既不可修改情境，亦不可对情境增添些什么，对受试者来说，难以理解的情境所发生的一切变化至此已经真相大白。弗洛伊德甚至把意识比作“内在感觉器官”，他的意思是感觉只能接收外界事物，而不能改变它们。然而，弗洛伊德超过他人的贡献在于，他使我们认识到“无意识”是一种持续主动的动力系统。本书中的各种发现指导我们为意识本身寻求类似的力量。事实上，由于十分需要确定并保留无意识和意识之间的区别，因此从无意识向意识的过渡肯定需要一种重建，而不能只把它们降低到一种阐明的过程。以上各章均已表明，对某一行动计划的认识（或形成意识的动作）将使其变成概念，因此，那种认识基本上就包含于概念化之中。

认识之机能的原因

尽管这一观点为心理学家考虑认识时常忽略的“如何”问题提供了第一部分答案（甚至当认识正确地与注意或“警觉”之心理生理过程联系一起时，“如何”的问题亦被忽略），然而，这里依然存在着“为什么”的问题，即其构成之机能的原因。在这一方面，爱德华·克拉帕雷德（Edouard Claparéde）对物体之间的相似性和相异性的意识做出了有趣的贡献。他认为年幼的儿童（在他们处于具有极度概念的年龄阶段）相对于物体之间的相似性来说，更能认识物体间的相异性。这样，认识就成了不能适应的直接后果，一旦这种机能性适应本身属于正常时，认识就变得毫无用处（这里，概念化是以相似为基础的）。克拉帕雷德的发现具有极大的现实性，这是毫无争议的，然而，如果把这种关于认识的观点完整表述为通过调整机制使适应之缺乏得以补偿，似乎更为有用。正如本书所表明的那样，认识总是与这一事实相一致的，即（通过主动的手段进行部分的积极与消极的改正而达到的）自动调整已不再是充分的。因此，必须通过更为主动的调整寻求新的方法，这就是“想出的”选择之来源，而这是以意识为先决条件的。确实存在着非适应这一重要因素，但再适应之实际（主动的或自动的）过程也是同等重要的。

此外，调整具有这种作用的事实表明，那种认为认识仅仅来源于这种适应之缺乏的

说法是相当错误的,有效的认识很晚才会发生。例如,在爬行或投石器之使用方面,这些动作中就不存在缺乏适应的问题。甚至更为重要的是,受试者每期望达到一个新的目标,他都会意识到它,而不管其成功是立即的还是在尝试与错误之后才达到的。但坚持下列看法是不可能的,即新目标的选择(或在实验者的建议下来接受的选择)必定是缺乏适应的一个迹象。

因此,认识的机能原因可能不限于适应之缺乏,虽然后者也是不可忽视的实际情况。如果在考虑思想之运动(或这些运动的内在条件)之前先从物质运动的观点来考虑,那么从我们发现中表现出的一般规律是,认识是从边缘向中心发展的,也可以说是一个给定的行为者的路线机能。这一行为者从追求某一目标开始,从而形成最初的两个可见特征,我们可以把它们说成是边缘的,因为它们直接与动作及其实施相联系:对于这一目标是什么的意识,换言之,即对于达到目标(意图)所需动作之总方向的意识,以及对其结果(或者失败或者成功)的认识。更确切地讲,这一边际不是由受试者确定的,而是由受试者遇到物体时,他最即时的与外部的动作所确定的:根据目标运用这一动作(对观察者来说,等于使物体同化到原先的计划中去)以及所取得的结果的记录。这一即时动作的两个方面都是熟虑的活动。尽管由计划把目标定为该动作这一事实立即就将它变为有效的方法(而不管这些方法是否合适),但这一事实可能仍然是无意识的。这在本书各种情境的研究中已经表明,儿童能达到自己的目标,但是却不知是如何取得的。由此,从边缘(目标和结果)开始的认识朝着动作的中心区域发展,从而达到它内在的机能——对于所采用方法的认识、选择方法或变更路线的理由等。

尽管动作的结果和受试者的关系肯定处于边缘状态,但给动作指定目标这一事实却包含较多的内在因素(当然,这些因素也部分地受到物体性质的制约)。那么,我们为什么使用“边缘”和“中心”这两个词呢?这里有两个原因。第一,这些内在因素最初逃逸出受试者的意识。第二(完全是一般的),从受试者的反应来看,认识不是起始于受试者或物体,而是起始于这两者之间的相互作用。因此,它来自图 7 中的介点(P,边缘),这一点对受试者(S)和物体(O)来说都处于边缘状态。从 P 点出发,认识朝着受试者动作的中心机能(C)发展;而对物体的了解向着该物体之本质特征(从这个意义来讲,这也是中心 C′),而不再是向着仅与受试者动作相关的表面特征方向发展。正如下文将要谈到的那样,这些向着 C 和 C′方向发展的认识阶段总是相关的,而且,这种相互关系便构成对于物体的理解和动作概念化的基本法则。

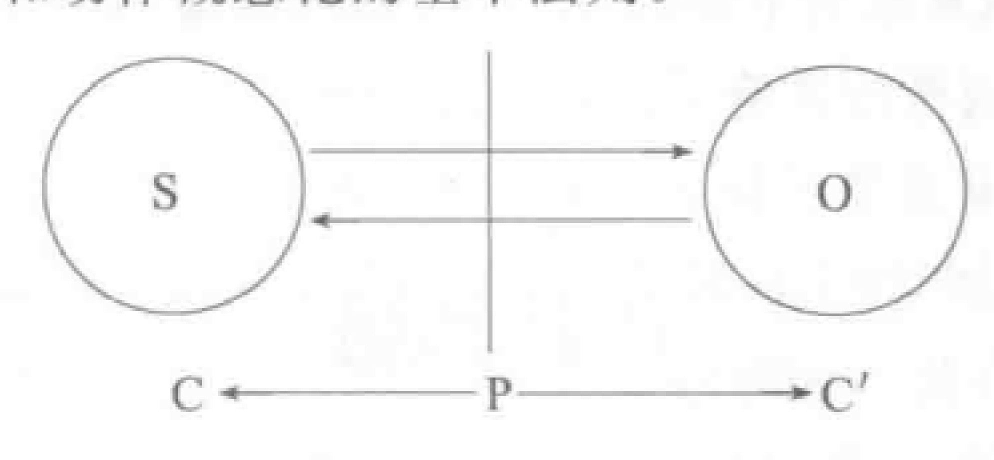


图 7

然而，在这一点上，我们必须继续对实际动作认识的机能原因进行分析。正如我们已经说过的那样，认识以追寻某一目标为开始，并导致对于成功或失败的有意识的注意。如果失败，就必须找出失败的原因，由此便导致对于动作之更中心区域的认识。受试者从观察物体开始（未能达到目标），然后设法找出计划中缺乏对物体调节之所在。受试者从观察其动作（动作的终端或一般方向）出发，再把注意力转移到所使用的各种方法，以及如何改正或取代那些方法上去。于是，通过物体和动作之间的双向运动，认识便在各个阶段中更接近动作的中心机能，这样便从边缘 P 向中心 C 扩展。这些情况使克拉帕雷德的认识和缺乏适应之间的关系分析更有意义。为什么会存在这些关系呢？我们现在可以提供一个答案了。适应之缺乏发生于动作的边缘 P 处，它使认识向双重向心方向发展，既向 C（动作本身），又向 C′（物体）。然而，正如第一章已阐述的那样，进一步的认识可以在不缺少任何适应的情况即在没有失败的情况下产生。

在后一种情况中，如果认识方面的进步不再来自动作的困难，那么，它只能产生于同化过程本身——把目标赋予某一特殊物体之上，标志后者向实践计划的同化。如果目标和动作的结果是“可认识的”，而规律仍处于动作之中，那么，计划就变为具体的概念，同化就是表象的，也就是能够增加一系列的“回想”。从那以后，一旦开始比较不同的情境，问题便不可避免地产生。为什么使用同一物体比使用另一个更容易呢？为什么用一种方法使用物体比用另一种方法的效果更好或更差呢？在这些情况中，同化过程（它促进了对工具的理解）将因为它在各种观察之间的连续双向运动而同时与物体和动作发生关系。所以，对物体认识的机制必定要扩展到对于动作的认识，因为各种认识都是同样互相依赖的。缺少适应（为什么某种方法不会成功呢）不是不再起任何作用，而是它起的作用仅仅是暂时或局部的。在受试者设法找到解决办法的过程中，正面问题（成功之原因）和主动调整处于同等重要的地位。解释原因所需之必不可少的特征绝不能只局限于物体，因为只有通过动作，才能理解原因。

简言之，从边缘 P 到中心（C 和 C′）的运动法则绝不局限于对身体动作的认识。这是因为，尽管在最初水平已经有了从对目标（以及结果）的意识到对手段的意识的过渡，但动作的这种内化将在反射动作的水平上产生对有待解决的问题的意识，并由此产生对解决问题的手段的（已不再是身体的）意识。我们要求儿童说出他是如何发现某种特殊过程的，这正是我们在多种场合所观察到的事实。尽管年幼的受试者只是重述他们成功的动作（或在一开始只是用手势，而不是用语言描述），但年长的儿童却说，*我看见那……所以我认为……或所以我有了这种想法……*

认识机制

如果从“为什么”或认识的机能之原因，继而达到对其“如何”、有效机能（它能将意

识附加到迄今为止还是无意识的成分之上)的探讨,那么可以清楚地看到,如果我们在这样做时不去修改它们,那么,这个过程就不能被归结为仅仅解释这些成分。相反,它从一开始就包括在真正的概念化之中。换言之,它是一个从实践的同化(物体同化到计划之中)到通过概念进行同化的过渡。

有许多证据可以支持这种解释。特别是,事实已经表明,在受试者的反应仍处于初级阶段时,他总是从概念上曲解他所观察到的事情,而不是不加修正地去记录它。投石器的例子特别典型:尽管年幼的受试者很清楚如何把木球以切线的方式抛出,但在这样做时却仍然认为他们是朝目标的反向抛球。很清楚,其观察受到了曲解,因为儿童被要求"重做一下并好好地看一看"。因此,这不是一个简单的要求受试者预测会发生什么,换言之,这不是一个在实际看到所发生的事情之前去进行推理的问题。受试者的确看到了一些事情,但其观察却被推理所歪曲,而这是某种相当不同的事情。

然而,有些人会对此提出异议,他们认为这种推理的曲解(即使仅限于某一具体的例子)并不是认识的特征,而是产生于受试者先前考虑为实现目的而采用之手段的无意识,在呈现出的无意识之中才会产生这种曲解。在要求受试者说出抛球地点之前,事实上,他从未考虑过这一问题。这一可能提出的异议引出一个有趣的问题:在获得认识的过程中,意识与可认识的无意识之间的关系是什么?正如这里所涉及的问题那样,认识的开始阶段并不总是呈现出这种明显的曲解。例如,当要求受试者使筹码在斜坡上向下滑动时(如第四章所述),ⅠA 水平的受试者认识不到他们总是铭记着筹码向下的运动,即使在筹码沿着一条倾斜的或复合的路线(W 任务)时亦是如此。然而,当他们后来注意到这个条件之一般特征时,他们就不再歪曲物体开始时的运动,因此后来的认识也就不会遭到曲解,因为没有任何事情再与这种下滑的想法相矛盾。诚然,只通过纸板的向后、向前、向侧边倾斜的合成,受试者很难想象出向下的运动。也就是说,只有当筹码反向直线向下时,受试者才能从一开始就注意到这种下滑现象(ⅠA 水平便是这样)的原因。但这产生于滞后的动作概念化,而不是来自基本矛盾,因此歪曲便消失了。在投石器的实验中,尽管受试者遇到了一个相似的困难(想象球在最初旋转时的倾斜路线,以及随后的笔直路线),但这里又多出了一个并不一般,甚至从某种意义上讲是矛盾的想法:把某一物体射到盒内,而又不直接朝盒发射(从而产生垂直,而不是斜线的想法)。

通过上例,当然尚有更多典型的例子,我们可以得出一系列关于认识"如何"的结论。

(1) 从一开始,认识就必定涉及概念化,因为认识甚至意味着协调(如投石器实验中的旋转和投射之间的协调,在斜坡实验中横向和纵向之间的协调)。

(2) 假如认识只不过是看清条件的话,那么协调就必定没有重建,因为在身体动作的水平上已经取得这些协调("知道如何"并不等于"知道")。假如这只是一面镜子,那么意识就可以充分客观地反映动作的无意识运动,以获得某种已经产生效果的协调的

“表象”(该词的最直接意思)。

(3) 受试者看着自己的动作,这些动作或多或少地被其意识恰当地吸收,仿佛它们就是处于物体本身的一般的实质联系,于是便需要建立某种新的概念结构来解释它们。事实上,这仅涉及一种重建的问题,然而其难度很大,仿佛受试者本身一无所知一样。此外,这件事也带有遗漏和曲解的危险,仿佛需要受试者给自己解释外部之物质联系系统。

(4) 做一块纸板斜坡是简单的,因为这虽然涉及两个方面(向前或向后和向旁边)的空间协调,但是却不存在与较早的计划相矛盾的事情,于是认识上的进步与动作相一致。

(5) 在投石器及类似的实验中,除空间合成问题(这对理解球呈切线分离是必要的)之外,在这种构造和(意识)先前计划之间尚存有矛盾。后者导致受试者认为,为把球射入盒内,他必须站在盒子的对面,并直接向它瞄准。因此,他对球以倾斜线路进入盒内这个问题不能理解(球脱离时的线路与它本身表示的圆相切),只有在改正先前的计划之后才能得以理解。受试者必须承认,尽管直接面对盒子抛球更容易,但这却不是一个由自己意愿决定的事,球应该以倾斜的运动轨迹运行。

(6) 但是,在改正这种意识和重要计划之前,ⅠA 水平的受试者找到了一种解决这一问题的更为简便的办法。他们只是曲解了观察,并且似乎要把这种矛盾来源归于原来的无意识之中。当无意识的欲望和意识体系产生矛盾时,感情深处便出现了比较。例如,超我及其需要,在无意识欲望消除之前,它不会渗入意识之中。在认识过程的特殊情况中,这种现象是类似的,尽管它有更大的局限性:由于沿切线实际投射球与从正对目标的地方投射球的计划相矛盾,所以受试者的意识便拒绝接受或感觉这样一种混乱的观察,而且还忠实地认为他是在正对目标的对面投射球的。

(7) 这种“不去想它”的情况在此种类型的矛盾中极为普遍,而且也是(生理)观察脱离受试者自己动作的极好解释。在与固有想法(例如,为了传递运动,某种中介物肯定已被全部地移走了,而实际上它仍处于静止状态)相矛盾的事情中,由于受试者已做出不正确的预测,他同样会对亲眼看到但以为不会发生的事情产生怀疑,并认为他看到的正是他预测会发生的事情。本书中所讨论的情境是有趣的,这是因为有争议的观察不是受试者外部的身体方面的事实,而是属于他自己的动作,并由此被受试者所了解。但这还只是无意识的了解,并不存在于他的意识概念化之中。这就使得抛开生理论据想法的推论更为突出,仿佛受试者认识上的进展方式和其他增加知识的方式是一样的。

(8) 在认识的情境中,引起“注入潜意识”的矛盾绝不能局限于无意识动作之中,因为后者不存在协调问题。也就是说,受试者一开始并不打算直接面对目标(年龄最小的受试者第一次尝试除外,他们通过自发调整很快便把这些改正了)。此外,该矛盾也绝不存在于受试者的意识范围之内,因为他意识不到在切线上释放球(这就仿佛受试者暂时假设它,然后再拒绝它一样,因为这与直接面对目标抛球的较早想法相矛盾)。事实

上,受试者说他根本感受不到这种矛盾,就清楚地说明了这一切。因此,矛盾必定处于实际的概念化过程之中,而这便刻画了认识过程的特征。然而,这一切却产生出确定由概念化过程呈现出的意识的程度问题,因为这与最初的无意识动作和受试者动作中的最后意识相对立。

(9) 更确切地说,是否人们因此而承认意识的程度?三种情况会使这种假设似乎有道理。第一,在最初成功动作(切线式释放或类似的成功方法)和初期不正确概念(如受试者认为他是正对目标射球的)之间,存在着"折中法"形式的中间阶段。英海尔德、辛克莱和博维三位教授在研讨会期间曾观察到此种情况,当时他们的受试者感到面临矛盾①。在我们的实验当中,受试者可能会说他释放球时既不面对目标,也不是沿切线方向,而是处于两者之间,这似乎表明存在着动作的不完整意识。第二,在自发调整之后成功的动作可以完全是无意识的,这种说法值得怀疑,即使动作在最初阶段便取得成功,对这种说法也有必要加以怀疑。第三,正如刚才所回顾的那样,概念化本身就构成了一个真实的过程,由于它不是随机的,而是一个过程,所以意识的程度一定有差别。

(10) 所以,关于意识的程度问题,看来仅有一种可能的解释:它们必定取决于不同的完整程度。例如,概念之前("次概念")的那个东西和被定为"无意识知觉"的东西应该与实际产生的某种意识在其实际产生的那一时刻并存,但这只是暂时的,因为它似乎没有结合到以后的状态之中②。在最早可以取得动作的成功,而对其认识却在很久以后才会发生的情况下,甚至很难想象受试者在对自己所使用的调整方法毫无意识的情况下,能够真的有对于目标和结果的认识。由于最初的成功以及方法的不断改进产生了效果,这些暂时状态(受试者对它们仅是瞬间的意识,并且本可以对它们进行表述)便不会产生概念的或表象性的结合。因为所获得的系统仍然是感知运动的。同样,在(9)中回忆的"折中法"就远不只是完整程度的问题,更是从无意识到意识的突然过渡问题。

(11) 总之,认识机能在所有这些方面同概念化过程(看来)是相同的:在符号学的和表象的计划上进行重建,然后又超越它。因此,从这一观点来看,在对动作本身的认识和对受试者外部所发生的事情的认识之间并不存在本质上的区别。两者都涉及概念的不断完善,都从个别的信息开始,而不管这是受试者动作的基本方面,还是物体之间相互作用的方面。

---

① 巴蓓尔·英海尔德、埃尔米纳·辛克莱和马加利·博维:《学习与认知发展》第二章和第三章。

② 因此,某位听觉记忆能力比视觉强百倍的作家,绝不可能一看手表就能记住时间,除非在他看时伴有充足的语言陈述;否则,稍过片刻他不得不再次取出手表。由于实际上看到的是同样的时间,他才会意识到刚才已看过。但他还是什么也没有记住。在这种情况下,他首次看表很可能是有意识的(因为随之存在一种清楚的而非含糊的认识),但这种极为简单的意识很快便完全消失,这是因为没有把它结合到以后的状态之中(并且在此特殊例子中,并未将其结合到能够产生听觉记忆的陈述中)。

可见特征和推理调整

如果认识是从边缘向动作的中心区域 C 发展，如果其机制与产生于物体之认识的机制相类似，那么，这种对于实际的认识必定起始于现象(也就是呈现给受试者的表面特征)，然后才按事物的内在本质和它们的因果联系方向发展。两者都在中心区域 C′的方向上超越可见特征的范围，这便与受试者的动作范围 C 取得一致。由于设法分离这些微妙思考所覆盖的心理发生过程，人们会碰到复杂的关系。这些关系既涉及对动作本身的认识问题，也涉及知识的一般结构问题。由于已经从动作的边缘 P 处开始(见图 7)，由此也会构成物体之现象的边缘，因此，认识便同时向动作之中心区域 C 和物体之中心区域 C′方向发展，而且，在寻求(或构造)概念的各种动力步骤中，在 P→C 和 P→C′两个方向上取得的进步之间，会观察到持续不断的交换。这样就存在着一个平衡→不平衡→再平衡(这些通常用来表述认识逐渐提高之特征)的观点来检查的机能过程。然而，可能这远不是机能的协同作用问题，在内化和外化的活动之间还存在着认识的一致性问题。内化不仅导致对动作的认识，还影响着逻辑数学运算的概念化，而外化又同时互反地导致经验的知识和因果关系的解释。

(1) 本书中详述的发现在某种程度上解释了机能过程。从认识的一开始到获得认识的最后阶段，对每一水平都进行了分析。在每一水平我们都遇到资料之间的变换，而这些资料来自对动作本身的观察和对物体的观察。然后我们又遇到与动作相关及与各种物体相关之协调之间的变换。

首先我们应该回忆开始时仅仅对于两个因素意识的双极：动作所寻求的目标和结果的取得。很清楚，这两者都同时取决于同化了物体及物体特征的计划。然而，更为有趣的是，最初使用的方法却未被认识，特别是当决定目的的计划正好与这些方法相符时更是如此。于是，对它们的认识便从受试者观察物体开始，然后是分析其结果。对方法的分析和对受试者观察动作的分析共同提供了对物体了解的基础，并逐渐提供出对其行为的因果解释。

这些发现解释了两种一般过程。其一，在受试者对于其动作所施加的物体之观察方面，存在着互反而交替的动作，反之亦然(该动作在交换的两个阶段之间的间隔是有变化的)。其二，随着它们之间关系的建立，接着是推理协调。这两者都超越了可见特征的范畴，使受试者从原因上理解已看到的效果，同时，这两者随后也导致对这些特征更加微妙的分析，这样就维持并回顾先前的双向运动。可见特征的这种辩证速度随情境而变化。例如，在有关乒乓球的情境中，这种速度就特别慢，一种水平和下一种水平之间的差距相当大。在ⅠA 水平，尽管间或出现一些成功，但受试者并不明白他用手指压在球的后面，有时甚至没有注意到手指是放在球的顶部，而不是球的腹部。由于ⅠB

水平的成功，特别是逐渐出现部分成功——这是由于物体作用的结果——受试者才发现他是压球的后面，而且，(ⅡA 水平的)受试者发现他是用手向球施加一种向后运动的力。由于观察到动作施加于物体上的效果，从而产生动作认识上的进步。但这种进步并不会导致在记录物体观察方面相应进步的产生，因为受试者依然认为球按向前运行的方向旋转，返回时也是一样。只有到了ⅡB 水平(在解释对于物体的观察方面经过多次尝试与错误之后)和第Ⅲ阶段(立即)，这种观察物体和观察动作之间的变换才使得受试者理解压球的后面使球向后旋转，从而也解释了球返回的原因。

(2) 认识动作和增加对物体了解之间的连续交换，伴随着两种相互依赖的不均衡。第一种产生于如下事实：由于每种认识都提供能够解释另一种认识的可见特征(这些特征是按从物体到动作这个方向来表现的，反之亦然)，因此也就存在着推理调整。这些调整可以把可见特征联系起来，并仅能按从动作到物体这个方向发挥作用。我们所使用的“可见特征”这个词的意义是，通过简单的事实(或经验)观察能够记录下来的任何东西，即特殊事件、可重复的关系、暂时的变化甚或不同的同等变化，也就是一个人能够说出的功能依赖或规则。从这个广泛的意义上讲，两种可见特征之间的经常联系或作用也是它们本身的可见特征。乒乓球在向前运行时后旋，以及球在向前滑行至端点又向起点的返回就是如此。相反，我们为连接的现象保留了“推理协调”这个术语，连接是观察不到的，但可以通过运算组合推断出来(并不是通过概念化之简单的伸延)，这样便超越了可见特征的范围，这主要因为它们引起必要的联系，例如以转换为基础的协调(或运动及其方向上的守恒，由于超越了简单的规则观察，这一切才使人能够讨论与球返回相关的必要原因)。因此，无论物体还是动作显然都能提供任何程度的可见特征。然而，施加于或(最后)归因于物体的推理协调必定起源于受试者的逻辑，而该逻辑或多或少地直接来自受试者本身动作的一般协调。

由此引出第二种不均衡，它涉及所使用的抽象类型，它或者来自实际信息，或者来自可见特征(经验的抽象)，或者来自动作的协调。显然，从物体方面产生的任何抽象都是“经验的”，动作却引出了两种类型：一种是有关动作可见特征的“经验型”，也就是有关基本过程的(运动、手的位置等)；另一种是从协调本身产生的推理方面的“反射型”。然而，对于反射抽象，我们不得不区分两种水平。反射抽象可以处于无意识状态，于是也就不为受试者所知，当它处于推理协调本身之中时，尤其如此；它也可以处于意识状态，因此就涉及推理(尽管受试者尚不知他从何处得出其内在的必然性)。相反，反射抽象能变得有意识，当受试者比较他所进行的两个步骤并设法辨别普通因素时(例如河内塔实验中，ⅡB 和Ⅲ水平的反应)，尤其如此。在第二种情况中，我们将选用“反省抽象”一词，其中“反省”是指“反射”过程的结果。

两种不均衡使得我们讨论的信息交换作用过程复杂化，而当这种过程从边缘 P 开始，向着中心区域 C 和 C′补偿方向进展时，它就变得毫不复杂。两种不均衡却又为内在运动和外在运动的相互依赖关系加上更为苛刻的条件。基于这个原因，我们则必须

首先考虑动作本身的演化。

动作的演化和认识的三种水平

这项研究除能使我们分析受试者如何获得上述认识之外,它还向我们表明动作内部本身就构成了自主的、已经强有力的认识。尽管从概念理解角度方面看这种认识(只知道如何做某事)并不是意识的,然而它却是形成意识的来源(因为几乎从每一角度看,认识都是落后的,并常常在这种最初认识背后明显地表现出来)。因此,尽管它缺少理解,但仍有显著的功效。

那么,该动作是如何在表示认识特征的概念化联系中演进的呢?如果认识是从边缘到中心这一过程中展开的,那么,动作的发展必定表示中心本身一系列的转变,因而在这个问题上存在着两种可能答案。通过连续的构造和单向协调,遵从分化和统一的法则,就可以产生动作的发展,而无须进一步考虑中心或边缘区域。于是后者便仅涉及认识和概念化,而概念化则把它们自己置于另一水平的动作之上。然而,还有第二种可能,这种可能既更加引人注意,也更加与我们已经掌握的一系列发现和一步一步的重建相一致,而这些重建都是以最有系统的发展为特征的。根据渐进和后退或回归两种顺序,仅从动作水平出发,构造和协调就会一个接一个地取得成功。于是,这个第二方面便与导致从边缘到更高水平(即更高的概念化水平)的中心步骤相类似,但这需要一些应加以界说的新的术语。

这个问题从理论上讲是重要的,因为它涉及认识构造的解释。由于这里不能深入地探讨这一课题,我们将在有关成功与理解的另一本书中研究它。为此,该书基本上是研究动作的,动作中的成功是渐进的,而不像这里研究的那样是早熟的。尽管如此,在这里做出一些评论还是有用的,因为在本书的结尾(第十四和第十五章)我们已经分析了两种基本的运算性动作,这样才能把它们与其他基本实际情况相比较。

显然,在动作水平上,最初反应产生于孤立的同化格式之中。这里就存在着把这些格式与它们的对象联结起来的尝试,但其反应仍处于临时顺化的阶段(参看河内塔实验的第Ⅰ阶段)。进步包括在协调之中,而协调首先涉及正在使用的格式的互反同化,然后变得越来越一般并独立于特定的内容,这是一般运算结构及其组成法则的特征(转换及其他)。这肯定也是一种从边缘向中心发展的过程,尽管从表面上看它与认识之概念化特征相关的过程相当地不同。其明显的共同成分是边缘的分离点,在这里,受试者的活动以外向的或顺化的形式与物体的表面相遇。另一种共同成分是,活动从这一点开始向协调的机制发展。然而,分歧产生于后者的性质。在概念化的情况中,这些机制已经存在(至少部分地存在)于动作范围之内,并且认识似乎仅仅是为了掌握它们。就动作本身而言,协调看起来是通过全新而有生产性的结构一步一步地发展的。实际上我

们在这里看到的是一种双重的错觉。概念化远不只是构造一种简单的解释,它更是一种重建,它以逻辑联系的形式引入新的特征,并为理解和扩展提供某种联系等。就动作水平而言,它所建立的协调并不是全新的,但它们是通过反射抽象从诸如涉及所有调节的过程等较早的机制中产生出来的。动作本身不能被称为真正的认识,因为它还不是意识的,在神经底层中的关系方面,它形成了含有重建和丰富内容的逐渐发展,这与动作的概念化关系相似。

因此,即使仅在动作水平这一个方面谈从边缘到中心的逐渐发展过程也不言过其实。边缘是动作和物体相互作用的最初区域,而中心区域正处于行为者和运算结构本身的有机来源(organic sources)①之中。在动作及其概念化这两种情况中,形成的机制同时既是反省的(从较早来源中提取其成分),又是构造的(产生新的联系)。

总之,在两种甚至三种连续而有明显等级的水平上,我们遇到自我重复,但在时间差上有极大不同的类似机能。第一种水平属于不具概念化的身体动作,但其格式系统已构成清晰的"知道如何"。由于构造产生出最基本的运算结构(有能力进行协调,当然受试者对此仍是无意识的),因此,心理学家可能会把这一水平看作某种绝对的开端,但这是一种错觉。所有媒介物都把这一水平与产生其材料的组织来源连接一起。第二种水平是概念化水平。作为认识的结果,它的成分来自动作,但在它上面又加上了现在与格式相比较的概念的所有方面。第三种水平属于上文已界说过的"反省抽象"水平,它发生在十一二岁的受试者的形式运算过程中,其产生机制包括在第二功能运算(second-power operation)之中(运算是新的,但在较早运算过程中进行)。该机制极清楚地表明,从前期水平中抽象仍然是个问题,这些抽象是通过迄今为止尚不存在的结合来形成并丰富的。

由此,通过格式的相互同化,在三种水平中的每一水平上,逐渐形成了一系列的协调。这些协调最初是实践的或动作的(第Ⅰ水平),然后是概念性的(第Ⅱ水平和第Ⅲ阶段)。然而,除这些"横向"的同化之外,必定还存在纵向的相互同化,这些同化在下一时期已经形成了的前期水平上,带有一种回跳动作。因此,第Ⅱ水平的概念化是从第Ⅰ水平的动作中提取其基本成分的,但(在一定的水平上)它倒摄性地在这些动作上发挥作用。作为一般计划(有时甚至是新方法之引进的结果),它部分地指导这些动作,然后再根据其自身的调节,通过动作来修改这些方法。对于从第Ⅱ水平和第Ⅰ水平的构造上获得的第Ⅲ水平的追溯效果来说,情况也是如此。

在高级结构影响低级结构的情况下,我们如何知道这些相互同化在什么时候以及什么条件下开始的呢?答案必须在情境中寻找,在那些情境中,动作不会造成完全早熟的成功,但其协调却在各个阶段以及在与概念化相同的年龄水平上形成了。当然,这种回跳动作只有在发展的动作上才是可能的,而这些发展的动作与能在其上发生作用的

① 关于"有机来源"的机能作用,见让·皮亚杰:《生物学与知识》,芝加哥大学出版社,1971年。

概念化同时发生。这些问题将在我们有关成功与理解的书中加以讨论。

内化和外化过程

内化和外化过程朝相反的方向发展，一种是从边缘 P 朝动作中心区域 C 发展，另一种是从边缘 P 朝物体中心区域 C′发展，换言之，内化过程为 P→C，外化过程为 P→C′。尽管如此，通过阐明这两种相互依赖的过程的认识意义，我们现在可以做出总结。简言之，前者最后将造成逻辑数学结构，后者将造成诸如因果关系等物理学解释的发展。一般说来，每一种进步都会导致另一种进步。然而，在经过详细研究之后，我们可以清楚地看到，谈论连续的相互作用，要比谈论确切的均衡更为精确，因为不均衡因素是由实际认识和推理的差异二元性构成的，同时也是由于经验和反射抽象形式。

我们在身体动作水平上已看到这种现象：内化过程从受试者和物体之间的边界处，向着格式相互同化，以及那些(类似于最初之组织的一般协调的)越来越靠近中心的协调(C)发展。后面的那些协调将产生先于语言和思维之逻辑格式的结构。在这些格式的中心处已经发现联系的重要形式：顺序关系、将次格式向总格式的归并、对应和交叉的建立、转换和单类联合的形式——简言之，即将来的运算结构的主要成分。从感知运动水平开始，外化过程越来越顺化于同化物体的格式，最后便构造工具性行为、时空物理结构(置换动作群)，以及客观化和空间化的因果关系(起源于 P 处的纯现象形式之后的关系)。向着 C 和 C′这两个方向的进展，从下述两个观点看是肯定的。第一，格式的顺化能力并非是不明确的。用生物学家所使用的类似意义来说，每一种格式之中都存有某种“顺化标准”，生物学家在确定某一遣使型“反应标准”时就持此种看法，由此为我们提供了划分现象特征变异的可能范围。这种顺化标准似乎是格式之间的协调机能。在某一格式和其他格式之间的联系越紧密，前者应用物体上的形式就变得越灵活。反之，顺化的次数越多，这些变异对相互同化就越适合。第二，正如通过物体经验施加于受试者上的活动和动力的问题，成为形成动作逻辑结构的强大推动力一样，施加于物体上的这些格式逻辑之协调使得诸如时空群结构、物体的永久性、因果关系空间化等成为可能。

在概念化水平上，内化运动最初是以动作认识的一般发展为特征的，这样，有形动作的内化便逐渐成为有意义的表象(诸如语言和表象)。然而，从一开始，随着动作本身的发展，这种认识便向两种可能的抽象类型发展，并变得两极化。于是，经验抽象提供出概念化，它在某种程度上表述了动作有形特征之可见特性。反射抽象从动作协调到推理协调中得到了足够的材料。在具体概念水平，后者使得这些可见特征既联系又转换(正如上面所见，这些特征不断地与物体特征相互作用)。于是，概念化便变成运算的，并因此而能用于推理和构造(诸如运算的序列、分类或计数)，然而，使其成为可能的

这两个基本结构以及反射抽象的实际机制仍然是无意识的。

外化运动引出两种类似过程。一方面,对于从物体得来的信息所作的经验抽象,使得受试者能够表现所有可见特征,这些特征来自孤立的事实或事件,并朝着机能、可重复关系和一般规律发展。另一方面,(方向 P→C 中的)反射抽象对运算型结构负有责任,所以,便在物体的方向(P→C′)上产生对事件的推理解释,因而就有通过对物体本身的运算而产生的因果关系解释,从而提高了运算的效果。从受试者角度来说,无论是这些特征,还是逻辑数学推理中的实际运算结构,都是无意识的,这就再一次说明内化和外化运动是相互配合的。

最后,第Ⅲ阶段(十一二岁)是以反省抽象为特征的(反射抽象的意识结果),这一水平的情况和以上不同,认识在思想本身的反射开始得到扩展。在逻辑数学的领域,即在关于内化运动的方面,这意味着受试者有能力讲出道理并进行推理。虽然这些道理和推理是以逻辑为结构的,但已不再仅仅是“具体”的(负责设计教育计划的那些人正是按照这种才能而制定出过多要求的)。其原因就在于受试者有了新的、精细的、在运算之上进行运算的能力(部分的集和组合的集,INRC 群,等等)。在外化方面,受试者能够在实验中改变各种因素,能够设想可以解释现象的不同模式,并且能够通过实际实验检查后者。总之,内化之逻辑数学运动和外化之身体、因果关系运动之间的联系,变得比前几种水平中的联系都更加紧密,两者都是抽象发展的结果。这是因为对具体实验事实的适应依赖于理论模式的抽象特点这种矛盾现象得到彻底理解,从而使得受试者能够分析并理解这些事实。

总之,这一对于认识的研究,使我们已经将认识置于受试者和物体之间循环关系的总的观点之中。在受试者作用于物体时,他仅仅学会了解他自己,而物体只能作为施于其上之动作的结果才得以被理解。这就说明了在科学领域(the circles of sciences),组合科学之联合正好与所有线性等级相对立。此外,更重要的是,这也说明了思想和现实之间的和谐,动作来源于某种生物体的法则,而生物体又是诸多生物体之中的一种生物体,同时也是行为以及后来的思想、意识主体之源泉。

成功与理解

〔瑞士〕让·皮亚杰 著
陆有铨等 译
吴国宏 审校

成功与理解

法文版　*Réussir et Comprendre*，Paris：Presses Universitaires de France，1974.

作　者　Jean Piaget

英文版　*Success and Understanding*，Cambridge，MA：Harvard University Press，1978.

英译者　Arnold J. Pomerans

陆有铨等　译自英文

吴国宏　审校

本书中文版曾由山东教育出版社出版(1989 年)，现按原中文版本收录于本文集，有改动。

内容提要

《成功与理解》一书展现了皮亚杰对认知发展的探索。本书探讨了动作的简单有效性（“成功”）与思考和概念化此类动作的能力（“理解”）之间的联系和区别，而后者既可作为成功的指南，也可作为随后对成功的思考。皮亚杰的目标是探寻这种思维能力的起源以及与成功的发展关系。皮亚杰设计了具有挑战性的机械任务，通常涉及物理定律对物体运动的制约。由于儿童认知发展经历了一个从低到高的历程，因此儿童对这些知识的掌握也相应地通过不同水平来实现。这些任务被用来探索成功和理解之间复杂的发展关系。

本书以典型的皮亚杰模式展开：一个简短的前言，十几个相关问题的独立研究报告，以及一个简洁的总体结论。这项研究由皮亚杰与11名合作者遵循一个共同的模式进行。代表认知发展关键时期的受试者，包括大约5－7岁、8岁和9岁，以及10－12岁年龄段的儿童，被单独分配一项涉及物理关系或机制的任务，如卡片房子、杠杆等。研究者先向儿童展示这些材料所产生的一些效果，然后要求他们复制这些效果。在儿童做完后，询问他们此物理学问题以及他们是如何解决这一问题的。研究者探究并提出建议来阐明儿童对其动作的认识，有时还会询问一个孩子如何建议另一个孩子采取解决这一问题的步骤。结果表明，儿童如何从对自己解决问题目的的模糊认识，没有策略意识，发展到使用策略，但并未有计划地选择策略，然后再发展到错误的认识，最后发展到具有有计划、有系统地思考动作和策略的能力。例如，在一个任务中，儿童必须用镜子把一个光点反射到一个特定的点上，年幼的儿童似乎只知道镜子是反射的，他们通过尝试和错误来定位它。儿童无论是在定位镜子的技能上，还是在理解反射定律上，都取得了发展进步，从不精确逐渐趋于精确。通过这些实验，皮亚杰揭示了儿童是怎样逐渐地运用其发展着的概念系统指定策略而使动作得以成功的。

把本书与《意识的把握》相结合来阅读，可能会有更好的效果。在对儿童发现因果性、可逆性、传递性和可加性原则的精巧研究中，在十几个巧妙简单的任务背景下，这些发现尤其体现价值。其丰富性将特别有益于从事科学教育的教师。使用新任务可能有助于消除该领域专注于特定任务的倾向，而不是解决方案背后的理解。研究结果与我们对皮亚杰理论的看法一致，但也增加了一些重要的新观念，尤其是在发展了一个区分具体运算和形式运算的新维度方面。

丁　芳

译者前言

让·皮亚杰(Jean Piaget)(1896—1980)出生于瑞士,是世界著名的儿童心理学家、日内瓦学派的创始人。在硕果累累的一生中,他主要致力于研究儿童思维的发展是如何主要地依赖于儿童的动作的。而在本书中,这位杰出的心理学大师则把问题颠倒了过来,转而考虑儿童的动作怎样受制于其思维。

在这一研究中,皮亚杰设计了一系列精巧的实验。在实验中,呈现给儿童一些物理学疑难问题,而这些问题能足以刺激儿童运用其正在形成的各种技能。通过这些实验,皮亚杰揭示了儿童是怎样逐渐地运用其发展着的概念系统制定策略从而使动作得以成功的。在皮亚杰看来,儿童要达到思维与动作之间的协调需要一定的时间。由于年幼儿童在运用概念指导其动作的过程中还存在着一定的困难,因此,儿童在能根据规则把思维与动作协调起来之前,必须经历几个阶段。在《意识的把握》一书中,皮亚杰即着意于儿童思维与动作之间的联系,而在本书中,他成功地把这两者联系起来并最后得出很有价值的结论。这两本书一起,构成了他名声显赫的学术生涯中光辉的一页。

本书是根据阿诺德·J.波梅兰斯(Arnold J. Pomerans)的1978年英译本翻译的。参加翻译的同志有陆有铨(前言、第十三章)、于建平(第一、二、三章)、赵洪海(第四、五、六章)、段更火(第七、八、九章)、王祖莉(第十、十一、十二章),全书由陆有铨统校。由于译者水平有限,译文中的疏忽与错误在所难免,望读者不吝指正。

译 者

1988年10月

前　言

在很不受重视但非常有趣的《解释的初步形式》(1927 年)这部书中，D. 埃瑟蒂尔(D. Essertier)曾非常有保留地简单论述了技能(技术)和知识(科学)的关系："豪姆·费伯……将长期继续作为一个忽视技巧的技工。"(p. 23)因为人们必须认识到，"人造的工具不一定是智慧的早期形式，而且，这种形式无论如何也不可能是(其他所有形式都是从中产生的)唯一最初的形式"(pp. 31－32)。然而，"尽管人们没有忘记，思维发展的根源不是知识的最初形式，而且这种最早的'物理学'出现的时间相对要晚些，但知识的这种最初的形式实际上是一种做的形式"(p. 34)。"知识包含在工具之中。但是，如果做进一步的考察，我们就会发现，知识并不是从工具而是从智慧本身中推演出来的。"(p. 35)总之，"持续存在着的持续性这一错误的观念掩饰了演进这一问题"(p. 36)。

看来，引用上述评论是很有必要的，因为它们表明，那些有关历史、史前史以及人种史的综合见解还不足以解决行动和思维之关系这一重要的问题，而且，这些学科的发现必须要辅以对这些材料的心理发生学的分析。不管用什么方法来协调"知"和"行"的质的差异，我们都必须抓住其最根本的转换机制，而且，心理发生学能够帮助我们的恰恰也就在于这一点，而历史学或人类学只能揭示发展状态的次序或差别。

我在序言性的《意识的把握》这部书中已经对此作了初步的分析，在那本书中，我们的注意力集中于早熟的成功的行为，这些行为的复杂程度足以使我们看到知识甚或"知道如何"(know-how)的特征；并且指出，从知识的这种实践形式向着思维的进步是受到认知的帮助之影响的，这种进步绝不可归结为某种突然的启发，而是涉及真正的概念化，也就是动作格式向概念和运算转换的过程。这种根本的转换在实践性的成功以后还要经历许多年，因为认知要经受许多变形(deformation)，其中包括大量惊人的"压抑"的耽搁，结果，主体便不能"看清"确保他行为成功的那些容易看到的特征。

我们目前的研究将首先努力确定，甚至在行为没有取得早熟性的成功，而是受到"阶段"以及越来越复杂的协调之影响的情况下，行为之自主和认知特征是否还继续保持着，是否还先于认知。然后我们将研究这样一个问题，即当概念化刚刚赶上行为以及(在大约 11－12 岁开始直接行动并预先计划行动)超过行为时上述情况的颠倒。我们的主要目标是，界说作为"知道如何"之"成功"和作为概念化特征之"理解"的相似性和不同之处，而不管它们是在行为之后还是在行为之前或是否指导行为。根据通过这种方法收集的资料，我们最后将检验那些控制从外周向中心发展的规律，以及(向逻辑-数

学结构方向）内化活动和（向着身体方向）外化活动的相互依赖关系。此外，我们还要对“确认”（或概念化的肯定成分）和“否认”的关系（它是从外周向中心发展过程中的一个重要方面）作一些初步的评论。

本书所包含的这些论题相当广泛，单独出版此书是完全必要的。此外，我还想再说一遍，关于这些问题的研究结论很可能会对技能和知识之关系这一基本的认识论问题作出一种新的说明。

让·皮亚杰

目　　录

第一章 卡片房子[①]

用卡片搭一座房子或一个房顶，或者只把一张卡片倚到另一张卡片上以构成T字形。这样会引起各种各样的具体问题，尤其是由于卡片比较轻、比较薄，人们难以运用诸如推力、支撑力、阻力等这些普通物理学概念。结果，这些精细的构造过程不仅使我们非常有趣地看到一个物体如何倚[②]到（或放在）另一个物体上这样的具体动作（参看第四章），而且也很好地解释了受试者对这种动作的意识掌握（认知）和概念化过程。

事实上，在我们解释这些行为之前，必须先把几个不同的认知方面协调起来。首先是逻辑学的方面，它影响着倾斜卡片与被压卡片之间的各种对比关系。其次是几何学的方面，它本质上与用以保持卡片平衡的卡片位置（平行、垂直等）有关。最后还有一个动力学的方面，它同这一点有关，即受试者是将一张卡片想象为压在另一张卡片上还是将它想象为由于压力和顶力之平衡所产生的效果而固定住它（9－11岁的儿童有时还会注意到这些卡片的重量）。

将一堆纸牌呈现给儿童并要求他搭一座"房子"（实验者首先已确定这个儿童以前是否搭过）。如果受试者有困难，那么就先让他用两张卡片搭一个"房顶"，然后再鼓励他尝试其他各种构造（包括用一张直立卡片和一张倾斜卡片构成的T字形）。在儿童尽量不受干扰地进行尝试之后，实验者进而提出关于平衡的各种各样的问题，例如，要求儿童回答如果去掉某张卡片情况会怎样，等等。

ⅠA水平

例子

帕斯（5岁4个月） 他双手各拿一张卡片，想把两张卡片竖在桌子上以建造一座房子，然后他用一只手夹住这两张卡片，用另一只手把第三张卡片搭在那两张

① 与R.迈尔（R. Maier）合作。

② 法文动词appuyer有许多意思，如"倚靠""支撑""压""支持"等。——英译者注

竖直卡片的顶端。他试了几次。用两张卡片搭个房顶怎样呢？（尝试了多次，最后成功。）这个房顶是怎样站住的？*它们的底部最牢固*。那么顶部呢？*它们的边相互支撑*。是一张卡片支撑另一张卡片吗？*是的，是那张，那张牌是老 K*。你能把两张卡片像这样（一张直立，另一张为 120°）搭起来吗？*不能*。还是试试吧。［他试了几次之后成功了，然后又加了两张对称放置的卡片（四张卡片构成一座房子）。］是一张卡片支撑其他那些卡片吗？*这张（倾斜的）支撑着这张和那张*。第三张呢？*这张支撑着那张，而那张支撑着这些*。如果我去掉这一张，有些卡片会掉下来吗？*全都会掉下来*（错）。他预料这些卡片将向外倒。

卡欧（6 岁 6 个月）　他想用两手各拿一张卡片来建一座房子，他竖起这两张卡片并使它们相互垂直，然后把第三张卡片放在那两张卡片的顶上。（没有成功。）搭一个小房顶怎样？（成功了。）是那张卡片起支撑作用吗？*是的*。为什么？*我拿着那张（1）而把这张（2）放在那张的顶部*。是一张支撑另一张吗？*是的。这张支撑着*。为什么？……你还能再加一张吗？（他把第三张卡片斜着倚上，并逐渐调整位置。）你能像这样（一个三角形）搭起这些卡片吗？［他把（1）倚到（2）上，又将（3）倚到（2）的另一边成功地搭起了卡片，但（3）和（1）之间有一条细小间隙。］这张卡片（3）是独自站立的吗？*是的*。［（3）不和（1）接触］。（1）是怎样站住的呢？*由于和它（2）在一起*。你能抽掉一张而不使其他卡片倒下吗？［他抽掉（1）。］它为什么没歪倒？……要是抽掉两张，情况将会怎样呢？两张都歪倒还是只有这张（3）歪倒呢？*只有那张（3）歪倒*。

尤尔（6 岁 3 个月）　你能让两张卡片竖起来吗？（他先立起一张，然后尝试着建一种房子，但起初没调整两张卡片的边，不过最后还是成功了。）这个房顶是如何撑住的呢？*因为它靠着*。它是怎样靠着的？……是一张支撑另一张吗？*是的，是这张支撑着，不是那张*。那么这一张呢？*它也支撑着*。你能用另一种方法把这些卡片搭起来吗？（他尝试着把这些卡片排成一条直线。他这样做着，最后甚至用三张卡片也没有搭起房子。）你能像这样搭个 T 字形吗？（他让卡片的底部接触。）（实验者演示 T 字形和房顶。）这一样吗？*不*。在这里（T 字形），卡片是直的还是弯的？*直的*（他显然没有注意到一张卡片是倾斜的）。这儿呢（房顶）？*弯的*。在 T 字形中，哪一张支撑哪一张？*这一张（直立的）支撑那一张。如果没有它，另一张卡片就会歪倒*。

ⅠB 水平

处在ⅠB 水平的受试者认识到，必须有一些卡片是倾斜的。

例子

毛恩(5岁4个月)　她试着先用两张卡片以极大的钝角搭一个房顶,然后又用两张平行的直立卡片,同时把第三张卡片横放在这两张卡片的顶上以搭起一座房子(结果倒下)。她又试着搭了一个房顶,获得成功。那个房顶为什么能站住? *因为我让它们靠得比较紧。*它们是怎样靠在一起的? *因为它们在一起。*它在哪儿相互支撑? *在卡片的拐角处。*是一张支撑另一张吗? ……如果抽掉一张,情况将会怎样? *另外那张就会歪倒。*为什么? *因为它们不再靠在一起了。*你能像这样把它们搭起来吗[三张卡片,(1)和(2)成30°角,(2)和(3)成70°角]? (她模仿着搭起这三张卡片。)那张(2)是怎样站住的? *是由于(1)和(3)在它两边。*它是否比以前的卡片站得更稳呢? *一样稳。*你能像这样搭一个吗(一张直立的卡片戳住另一张角度为120°的卡片的上部3/4处)? 她先使这两张卡片直立起来,然后逐渐改变其倾斜度,最后成功地搭起。它为什么马上就能站稳呢? *因为我让它倾斜了一点儿。*其中的一张卡片比另一张起的作用大吗? *都是一样的。*它们以相同的方式支撑吗? *不。*有何不同? ……这与那个房顶一样吗? *不,因为那个房顶是站立的,而这个不是*(错)。你能像这样(——)建一堵墙吗? (她进行尝试。)它(这堵墙)为什么站立不起来呢? ……你能让一张卡片单独竖起来吗? *不能*(犹豫,然后再尝试)。

吉尔(6岁11个月)　他一上来就用两张卡片从两侧支撑住另外两张卡片(四张卡片的房子)来建造一个房顶。它们是怎样站住的? *因为这儿(顶部)接触着,而且地毯的细小绒毛支撑着这儿(底部)。*这个房子是由顶部支撑还是由底部支撑的呢? *是底部……这些绒毛。*如果我(从房顶上)抽掉一张,其他仍保持原状吗? *不,那就需要再用一张卡片支撑住。*为什么? *因为它们在中间相互戳住,这张戳住那张,所以它们才能站立住。*你能沿房子的这个边建造几堵围墙吗? *如果都是直的(垂直的),我不能,它们必须相互顶住才行。*我想让你给我搭一个房子的角。(他把一张卡片倚到另一张垂直卡片上:T字形。)哪一张使哪一张竖立起来呢? *这张(直立的)由于绒毛的作用而站立住,这张卡片支撑着整个房子。支撑房子的正是它。*为什么? *它支撑着另一张,而另一张也许也支撑着这一张。*是不是一张卡片比另一张卡片起的作用大呢? *这张(直立的)起的作用大些,因为它支撑得好些。另外那张倚着,但不是这一张,所以这张(直立的)卡片比另外那张起的作用更大。*它能自己单独站立吗? *不能,必须要有两张,而且它们必须靠着。*这(房顶)和那(T字形)一样吗? *那儿(房顶)是两张相互支撑,而且有一张不很陡,因此它支撑得较好,你永远不能说哪一个较重要,不能说正是这个最重要的支撑着整个房顶。*不过在这儿(房顶)有一张较重要的吗? *这儿的情况与上面一样。最关键的是那些绒毛。而在那里,一张卡片(T字形中的直立卡片)起更重要的支撑作用,所以,另一*

张(倾斜)卡片倚在它的上面。

科尔(7岁7个月) 他尝试了好多次之后,搭了一个帐篷。这个帐篷是在用卡片围成的正方形顶部盖上两张水平卡片构成的(一共八张卡片)——正方形的两张卡片靠着帐篷的两侧,另外两张则由前两张支撑着。你刚才是怎样做的? *我两张这样做,两张那样放*,等等。(他只是指着这些角,但不想作进一步的解释。)使一张直立卡片由一张倾斜着的卡片支撑,如果抽掉那张(斜的),情况将会怎样? *它就不再支撑另一张了。我认为这张(直立的)卡片支撑着那一张*。

从以上我们可以看到处于ⅠA水平的受试者的特点,尽管他们取得了一些成功(所有受试者都设法用两张卡片搭一个房顶,有许多人继而用四张卡片进行构造),但他们并没有提到或考虑到这样的事实,即有些卡片是倾斜着搭起的。然而,无须多久,一些儿童便能理解这个事实,因为他们进行了具体的操作。因此为了回答问题,吉尔便指向房顶的那张倾斜卡片(而不指向T字形的倾斜卡片)。不过,由于他们不理解倾斜的因果作用,所以他们往往忽略它。另一个值得注意的反应就是,他们不能区分往上拉和向下压,更不用说理解这两种作用之间互反性的本质了。因此,当T字形搭起的时候,吉尔便假定,单独支撑这个结构的是直立卡片,因为另外那张卡片是"弯的"并因此呈现出歪倒的趋势。这就解释了吉尔为什么一开始先尝试着竖起一张卡片,然后又沿一条直线竖起两张卡片。同样,处于ⅠB水平的毛恩也试图通过横放上第三张卡片来稳住两张平行卡片,甚至让一张卡片单独地垂直站起来。简言之,这些儿童似乎给垂直卡片赋予特殊的作用,当我们考虑到,如果我们要保持平衡就必须站立时,我们对此也就不会感到惊讶了。

至于两张相互斜顶着的卡片(房顶)之间的关系,这些受试者不能理解这两张卡片起着同样重要的作用。为此帕斯断言,那张老K在他的结构中是最重要的成分;而卡欧则把更重要的作用归于他首先放下的那张卡片。尽管尤尔最后承认两张卡片是相互支撑的(而在他的T字形结构中,他忽视了这个事实),但他仍然对哪一张卡片发挥较大的作用犹豫不决。这就解释了这些受试者为什么难以预见:当某一特定卡片被抽掉时,哪一张会掉下来,哪一张会仍然保持原状。

处于ⅠB水平的受试者在两个方面都有进步。首先,他们认识到一些卡片必须以一定的角度搭起。这种进步与儿童对倾斜的因果作用的理解是密切相关的。因此毛恩说,他的三张卡片之所以最终搭起来,是*因为我让它倾斜了一点儿*。吉尔也说,*如果都是直的,我不能*(搭起这些围墙),*它们必须相互顶住*。因此,这种进步也含有这样一种倾向,即儿童理解了卡片之间的相互支撑效果。毛恩说,卡片之所以相互支撑是*因为它们在一起*(但实验者在她的问题中已经使用过这句话)。吉尔又前进了一步,在某一时刻,当他说*在卡片的中间相互支撑*的时候,他几乎达到了ⅡA的水平。但毛恩以同样的方式表现出她仍然确信垂直卡片有较大的稳定性,所以吉尔详细地阐述了,尽管卡片之间需要相互支撑,但最重要的是那张倾斜最小,同时比其他卡片起更大支撑作用的卡

片。因此，把持续作用归于垂直卡片也就成了当然的事了。所以当科尔阐明(虽然还有些手势)倾斜卡片不能保持垂直卡片的位置时，他便明确地这样做了，*它就不再支撑另一张了。我认为这张*(直立的)*卡片支撑着那一张*。

ⅡA 水平

处在这个水平的受试者对可逆性有了大体的理解。他们设想，一旦将两张卡片对称地放置，它们将产生互反的影响。

例子

蒂(7岁) 他建造一个房顶。它为什么能站立呢？*因为卡片相互支撑*。哪一张支撑哪一张呢？*两张相互支撑*。以同样的方式？*是的*。让他看一个T字形，然后仿做。这张是怎样竖起来的？*这张卡片是倾斜的，所以它支撑着另外那张，而另一张也竖起来了，它们两者相互支撑*。房顶也是这样吗？*不，这一个*(T字形)*有一张卡片倾斜，一张直立，而那一个*(房顶)*的两张卡片都是斜的*。这个T字形是怎样站立的呢？*这张直立卡片支撑那张斜的，那张斜的也支撑这张直立的。但那张直立的卡片起的支撑作用更大。它稍微推着它，使那张卡片竖立*。

弗拉(7岁3个月) 在两张倾斜卡片(1)和(3)之间竖起一张直立卡片(2)，然后把第四张倚到(3)上。(1)为什么站立呢？*因为(2)支撑着它*。那么(3)呢？*也是*。(2)呢？*因为(1)和(3)支撑它*。(4)呢？*也是*。房顶:*它们倚靠在一起*。

阿拉(7岁10个月) 他起初试图通过横上一张水平卡片把两张卡片搭起来。由于卡片太薄，这个结构不能站立(站不稳)。接着他又搭了三个相邻的房顶。它们是如何站立的？*一张支撑相邻的那张，而那张则扎住地面*。哪一张支撑哪一张？*这张(1)支撑那张(2)，那张(2)也支撑这张(1)*，等等。他让卡片(2)倚到垂直的卡片(1)上，让另一张(3)倚到(2)的底边上，最后让(4)倚到(1)和(3)上，*(2)支撑(1)，(3)支撑(2)*[事实上，(1)支撑(2)]，*(4)支撑(3)*(又是错误概念)。如果我抽掉(3)，情况将会怎样？*(4)和(2)*(相邻的卡片)*会倒下来，然后(1)也倒下*。(他试了试。)为什么它不倒下来呢？……如果我抽掉(4)又怎么样呢？*卡片(1)将会倒下，因为它是直的，然后(2)将随着脱离它*。

弗拉(8岁4个月) 他搭了一个角，把第三张卡片放到顶上。它起什么作用？*它支撑着(1)和(2)*。接着他又用两张倾斜卡片[(1)和(3)]从两侧倚到直立卡片(2)上。(3)为什么能站立呢？*因为它倚在(2)上*。那么(1)呢？*也是*。(2)呢？……它能单独站立吗？*不能*。是这样吗？……

斯卡(8岁4个月) *房顶:它们之所以站立是因为它们相互接触。*那么这一个T字形呢? *因为其中一张(斜的)卡片顶着另一张。*那么另一张是怎样站立的? ……单独站立吗? *不。*那么究竟怎样呢? *不知道。*

斯蒂(8岁7个月) *房顶:因为它们相互支撑。*是否其中一张比另一张起的支撑作用大些呢? *不,都是一样的。*在T字形中,这张直立卡片之所以起支撑作用是因为*正好被另一张顶着。另一张与它接触,这样两者就平衡了。*它与那个房顶一样吗? *不,这儿(房顶)是通过倚靠而平衡的,而那儿(T字形)的平衡是因为一张卡片被顶着,而另一张只是倚靠。*

斯科(8岁8个月) *这张(直立)卡片支撑着它。*它怎样支撑? ……另一张呢? ……这个结构的支撑原理与那个(T字形)的一样吗? *一样。*

毕(9岁6个月) *这张(直立卡片)支撑着另一张。*怎样支撑呢? *它就像一堵墙,而另一张只是倚着它。*但怎样倚的呢? *这张(直立的)支撑着,所以它不至于歪倒下来,同时也阻止另外那张卡片歪倒。*但它是怎样支撑的呢? *它有一条边,所以它滑不下来,因为它的边又与另外的边接触,这就阻止它滑下来。*因此毕相信,T字形保持平衡的方式与房顶是一样的。

贾伯(9岁6个月) *房顶:这两张卡片相互支撑。*她用四张卡片构造了*两张直立的*[(1)和(3)]*和两张倾斜的*[(2)和(4)]。她先让(2)倚到(1)上,然后(3)倚到(1)上,最后将(4)倚到(2)上。它是怎样站立的? *(1)和(4)支撑(2)*[(1)或(4)就足够了]。如果我拿走一张,情况会怎样呢? *整个的将会倒下,因为两边都需要支撑。*

我们首先看到,就房顶而言,所有这些受试者都肯定那些支撑作用的互反性,而且在向他们提出问题时,他们也肯定了这些作用的等价性。然而,当搭起T字形时,尽管有些受试者的确认为,那张倾斜卡片支撑着那张直立卡片,但他们仍然相信直立卡片起着更重要的作用。与第一阶段的受试者不同,现在的受试者不再倾向于认为直立卡片可以单独站立;情况远不止于此,他们中的许多人坚持认为,无论是T字形还是房顶,它们的两张卡片都需要相互支撑。但他们并不认为这些卡片的作用是相等的,因为有关的力的构成是不对称的。事实上,他们相信,在静止的情况下,力的作用也就停止了,对这些受试者来说,倾斜卡片的力减少多少,直立卡片的支撑力也同样减少多少(弗拉、斯卡、毕)。这就与这些受试者对房顶所做的解释完全取得了一致,也就是说,他们不认为两张卡片相互支撑,而是"紧靠"在一起(弗拉)。在T字形中,直立卡片起着更有力的作用,因为它倾斜得不厉害(毕说,*它就像一堵墙*)。

这些受试者与处于ⅡB水平的受试者之间还有一个显著的不同,那就是他们不区分"倚靠"和"支撑"这两个概念,也就是说,他们相信,任何相接触的卡片都是相互支撑的。因此,当阿拉把一张倾斜卡片倚到直立卡片上,而且另外又加上一张卡片时,他便认为那些多余的卡片与必要的卡片起着同样的作用,并得出结论:如果抽掉任何一张,其他所有的卡片都将倒下。而当他真的这样做,但没有预期的结果时,阿拉便根本不能

解释这是为什么。弗拉认为，放到两张成一定角度的卡片顶上的那张水平卡片将*支撑着它们*。当用一张倾斜卡片压住一张直立卡片时，贾伯坚持要再加上另一张卡片，*因为必须从两边支撑住这张直立卡片*。这些多余的办法使我们想起了同等水平的受试者在处理砝码问题时的行为：(在构造一座桥的过程中)当由砝码固定的板条的一端支撑着另一板条的一端时，处于ⅡA水平的受试者倾向于再加上一个砝码，好像第一个砝码已经不够了。无论是在搭桥还是在搭卡片过程中，这样的行为也许都反映了他们不会构造中介转换模型。从逻辑的观点来看，这些受试者好像正朝着过渡期迈出第一步，一般来说，这种情况与互反性和可逆性一起出现于ⅡA水平。实际上，我们在这儿所看到的是，受试者严重地混淆了精确的物理学概念，而概念的混淆又与难以合成各种静力密切相关。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

在大约9—10岁(有些提前些，8岁左右)，儿童搭卡片的问题解决了。

例子(ⅡB水平)

埃尔姆(8岁2个月)　房顶：*它们相互支撑*。T字形：*一张卡片直立着，另一张支撑着它*。哪一张支撑哪一张？*那一张*(倾斜的)。另一张呢？*它倚到顶部，另外那张支撑着它*。他最终搭了四面(倾斜的)围墙，*有些是在拐角处相互支撑，(1)支撑(2)，(2)支撑(3)，(3)支撑(4)，(4)支撑(1)*。

希欧(8岁7个月)　房顶：为什么它能站立呢？*因为它们在顶部相互支撑*。与其他结构的方式相同吗？*是的*。你能用不同的方式把它们搭起来吗？(他搭了一个T字形。)这张(倾斜卡片)是怎样站立的？*它倚靠在那张上，那一张也支撑着它*。另外那张是怎样站立的？*因为这张*(倾斜卡片)*倚在了它的顶部，而它*(直立卡片)*又不能移动，因为这张紧靠着那一张，所以另外那张也不可能歪倒*。

西普(8岁8个月)　首先搭了一个房顶，然后又搭了一个T字形(角度只有60°)。这张(倾斜)卡片是怎样站立的？*正是这张*(直立卡片)*支撑着它*。那一张是怎样站立的？*因为另外那张倚在它的顶部*。但那张又是怎样支撑它的？*倚在它的顶部*。

塞尔(9岁)　T字形：*这张倾斜着，另外那张支撑着它*。另外那张是怎样支撑的？*因为这张倾斜卡片使它支撑*。是这张(倾斜卡片)倚在那张卡片上吗？*是的*。那么那张也倚在这张上吗？*不*。

维尔(9岁3个月)　他首先在两个盒子之间竖起一张垂直卡片。然后又以

90°角竖起两张卡片，接着是三张（两张斜的，一张直立的）和四张（同样原理）。实验者要求他把T字形与房顶进行比较：*在这儿，其中一张倚在另一张上，从而使这两张站立。*哪张倚着这张倾斜的？*那张。*那么另一张呢？*它支撑着这张。*是第一张（倾斜卡片）吗？*它使另外那张站立。*如何支撑呢？*它把自身的重量压在另外那张卡片上。*

德克（9岁11个月）　用两张直立卡片［(1)和(2)］和两张倾斜卡片［(3)和(4)］建造一个正方形。(3)是怎样站立的？*(1)和(2)支撑着它。*(3)对(1)有什么作用？*(3)支撑着(1)。*那么(2)又是怎样站立的？*(3)和(4)支撑着它。*

利克（10岁5个月）　T字形：*倾斜卡片支持着它（直立卡片），使它不至于滑下来。*

与以前的反应相比，这些反应有明显的不同。倾斜卡片由于它自身的姿态而产生压力：*它把自身的重量压在另外那张卡片上*（维尔）；*它倚在了它的顶部*，（而直立卡片）*不能移动*（希欧）；*它阻止它滑下*（利克）；等等。至于直立的卡片，它纯粹起着支撑作用：*它站立着，另外那张支撑着它*（埃尔姆）；与倾斜卡片不同，它不是被支撑着（塞尔）。于是，这些更复杂的结果清楚地揭示出了这种联系之过渡性的概念化过程。

在第Ⅲ阶段，受试者首先运用综合，然后将反演和互反加以协调，因此也就能理解作用与反作用。无疑，由于需要把互反性引入物理反应，有时便会产生一些奇怪的复杂情况。

例子（第Ⅲ阶段）

伊尼（11岁3个月）　T字形：*那张（倾斜卡片）迫使它竖立着。*那么，这张（直立卡片）倚在另一张上吗？*是的……它们俩通过相互倚靠来相互支撑。*它们的作用一样吗？*这张直立卡片支撑着那张斜的。*另一张呢？*如果把它拿掉，直立卡片就会歪倒，所以倾斜卡片也同样支撑着直立卡片，它们俩的作用几乎一样……因为它们（相互支撑）的重量相等。如果用它们搭一个房顶，那么它们的接触面很大，但这儿的接触面却很小。*

夫里（12岁整）　T字形：*这张倾斜卡片倚着另外那张，但它们两者是相互支撑的。*是这张（直立的）支撑另外那张吗？*是的。如果没有它，另外那张就会歪倒。*那么这张直立卡片为什么不歪倒呢？*因为它被这张卡片支撑着。*怎样支撑呢？*通过倚在它（直立卡片——中译者注）的顶部来支撑住它。*

很清楚，受试者对细节的理解与处在ⅡB水平的受试者一样：这张倾斜卡片*迫使*另一张竖立，*它通过倚在顶部*来支撑它，等等。但是因为这张直立卡片也是支撑者（虽然这是在相反的意义上）。此外，由于这两张卡片*有着相同的重量*，所以它们的作用必然相等，于是这些受试者便拒绝接受特殊作用这一概念，并依据逻辑而坚持认为，这两张

卡片*几乎起相同的作用*，而且，与倾斜卡片倚到直立卡片上一样，直立卡片也同样倚在倾斜卡片上(伊尼)。他们始终认为，“倚”在这两种情况下的意义是不同的。对互反性的坚持将随着物理知识的增加而出现戏剧性的顿悟，而且注意到在这一水平出现这种意识也是很有趣的。

结　论

在有关的行为方面，我们上面所考察的发展并没有什么难以理解之处，因为我们的受试者往往没有一个全盘的计划，而是通过试误一步一步向前迈进。在适当的过程中，他们学会了做出比较有效的预见，因此便能处理较复杂的联系。事实上，在ⅠA水平，受试者已经能成功地用两张卡片建造房顶，并且能越来越熟练地构造T字形。这意味着，在这两种情况下，他们都能运用倾斜来稳定他们的构造物。

然而，就他们对所操作行为的认知和概念化而言，倾斜所起的作用向他们提出了一系列的问题。起初，处于ⅠA水平的受试者反复尝试着建造垂直的结构(帕斯和卡欧想采用先竖起两张卡片，然后上面再横放上一张水平方向的卡片的方式；尤尔则先尝试着单独竖起一张卡片，然后再沿一条直线竖起两张卡片)。尽管实际操作的结果很快就告诉他们那些企图是不会有效果的，但是仍没有人提到，更不用说坚持下面这一事实，即唯一的解决办法就是让一张或几张卡片倾斜。对比之处，在ⅠB水平上，虽然受试者提到卡片的倾斜，并利用它来解释某种现象，但他们仍然不能详细说明他们怎样才能获得对称结构(房顶)中的互反性或平衡性这一概念。换言之，同样处于这个水平的受试者在解决砝码问题时认为，砝码的上提或下压取决于它们自身的位置。因此我们这儿的受试者也相信，那些倾斜的卡片倚着那些直立的卡片，而直立的卡片起着主要的支撑作用。

在ⅡA水平上，虽然儿童理解了对称结构中的互反性概念，但对T字形结构的反应表明，即使受试者清楚地看到(他们也常常说到)下面这种情况，即直立的卡片既可能向左倒也可能向右倒，而倾斜卡片只能向前倒，他们仍然不能真正理解倾斜的因果意义。正是卡片之倾斜与卡片之歪倒方向之间的联系，才使受试者相信，倾斜卡片“倚”在直立卡片上要比直立卡片倚在倾斜卡片上更牢固。换言之，在解决平衡和砝码问题时，处于这个水平的受试者便易于掌握“倚靠”或“支撑”的含义，而在物理作用比较复杂的卡片构造活动中，它们的含义要模糊得多。尽管如此，处于这个水平的受试者虽然还不能合理地说明他们的行为，但他们却极为成功地搭起了T字形结构。要想做出合理的说明，他们必须达到推理上的协调，这正是处于ⅡB水平的受试者所要做的。到了那个时候，他们就能理解，当倾斜卡片倚到直立卡片上时，通过它自身的重量，通过“放在它上面‘或’放在它的顶部”，这张倾斜卡片不仅能支撑，而且还能固定住那张直立卡片。

为了完善这种解释，处于第Ⅲ阶段的受试者试图在较广义的互反性方向上寻找房顶与T字形之间的共同成分。尽管他们的努力并没有成功，但处在ⅡB水平的儿童所建造的模型却有说服力地表明，受试者为了把自己的行为所提供的事实材料协调起来，他们必须求助于看不见的超出他们本身的演绎关系。在这种情况下，他们必须把卡片之间的相互戳顶与这几张卡片之间的过渡性转换联系起来，同时恰当地注意它们的位置和方向。换言之，对这些作用的最终理解（包括对倾斜卡片作用的理解），取决于重量与空间因素的协调。这种协调产生于ⅡB水平（形状变化时的重量守恒，下落物体的垂直下降，由于水的重量而形成的地下水的水平状态，早期的“时间”直觉，等等），并将在第Ⅲ阶段（矢量的构成、密度、压力、功）得到进一步的发展。

第二章　多米诺骨牌[1]

如果按适当的间隔将骨牌直立起来排成一列，由于狭窄的顶边会倒向后面那块骨牌，所以推倒第一块时，其他所有骨牌也都将随之相继倒下。这里我们可以得到一个基本物理过程的简单模型，从中我们能了解到受试者的许多反应，尤其是他们运用这一过程来解决各种实际问题的方式。

现在将长 48 毫米、宽 25 毫米和高 7 毫米的 50 块木质骨牌连续排列。一开始给儿童呈现两块按下列方式排列的骨牌：| |，╱|，| | 或| |（这两块之间的间隔很宽）。然后实验者便询问：如果第一块被推倒，情况将会怎样？在检验了他们的预见之后，实验者又排起一长列骨牌（其两端点为 *A*、*B*），问他们哪一块会歪倒（我们将会看到，他们的回答将随发展水平的不同而有差异）。从他们做出的预见来判断，我们同样可向受试者显示四块为一组的骨牌，或者将这个系列的一个部分藏在屏幕后边，并询问他们可见部分倒下或不倒下的原因。

在另一类问题中，我们要求受试者从 *A* 到 *B* 排一组骨牌，以便所有的骨牌都能倒下，但在倒下的路线方面要造成一些特设的问题。首先是一条斜线，*A* 和 *B* 位于一个巨大的长方形两对边处（| |），然后在 *A*、*B* 之间插入各种障碍物，例如，我们可以设置一座“山”、一个或两个长方形“湖”（15 厘米×2 厘米或 30 厘米×16 厘米），这些障碍物将迫使受试者构造一条弯曲的路线。我们也可以设置一个不规则的池塘，它可以像“山”一样使道路变得曲折。这些实验的关键，在于发现处于不同水平的受试者如何建造一些迂回曲折的路线，而同时又使连续排列的骨牌保持足够小的间隔以引起整组骨牌倒下。虽然年幼的受试者还不能预见，如果两块骨牌成直角排列，那么，推倒第一块将不会引起后面那块骨牌的倒下，但发展水平较高的受试者却能将骨牌的系列以\/或| |的方式排列，以确保整个系列都能相互碰倒。我们将要特别留意的正是这些处于较高水平的预见或构造。

---

① 与 C. 斯特莱茨（C. Stratz）合作。

ⅠA 水平

例子

罗伯(4 岁 9 个月)　他预料，两块平行且靠得很近的骨牌中的第二块将被第一块碰倒。然后将骨牌呈 40°夹角放置。*它们不会歪倒*。为什么不呢？……怎样放置才能使它们歪倒呢？(他让骨牌恢复到平行位置。)*看*(呈 40°夹角排列)，*它们歪倒了*。为什么？……实验者把九块一组直立的骨牌排列起来。但最后两块与前面骨牌之间的间隔很宽，因此这两块不倒。为什么不倒呢？……我们怎样才能让它们都歪倒呢？……将这个系列的骨牌靠近排列，而且它们都倒了下来。为什么？*因为你推过它们*。推一组从 A 到 B 的骨牌：罗伯仅插入两块骨牌，但离得很远。这将会怎样？*这些将会倒下*[指向(2)和(3)]。那么这块(4)呢？*也会倒下*。[他试了试，但(2)和(4)没倒。]为什么没倒呢？怎样才能使它们都歪倒呢？……(他把这些骨牌放得近一些，结果倒下。)为什么？*因为你推了它们，它们就倒了*。(拿掉一块)还会倒吗？*不会，稍微远了一点*。(一长组骨牌)*那一排将要倒下*(指着整组骨牌)。(验证，然后又排起一组，有几个地方间隔较宽。)它们全部歪倒还是只有一部分歪倒？*全部都倒*(但只有一部分骨牌倒下。)为什么？……斜线：(他以 30°—40°角排列起十块骨牌。)它们倒下吗？*不会*。你能排得使它们倒下吗？(他沿着桌边平行地排起一列骨牌。)

帕特(5 岁 1 个月)　(看到七块为一组的骨牌中有一块碰倒了另一块。)预料前五块都将倒下。这些[(6)和(7)]为什么没倒呢？*骨牌太多*。是什么使这些骨牌倒下呢？*它们是被推倒的*。这一块(第五块)为什么歪倒呢？*因为有东西推它*。推什么？*推这个地方*。宽宽的间隔：它们都要歪倒吗？(尝试。)不。为什么不？*因为*……怎样才能使它们全部倒下呢？*推它们*。当重新排起这一列骨牌时，他让骨牌靠近，但未做任何说明。呈现给他一组从 A 到 B 排列的骨牌，但这组骨牌的数量很少，他试图让整组骨牌都倒下，但没成功。它们为什么不倒呢？……你怎么办？(他让骨牌彼此靠近。)为什么这样做呢？*为了使它们倒下*。

梅克(5 岁 5 个月)　两块平行骨牌：*它们将会倒下*。接着他以不同的间隔排了一列骨牌。有些没有歪倒，他便让骨牌彼此靠近又重新排起一个系列，成功了。呈现给他一组不规则的系列：*它们都将倒下*。(尝试。)为什么不倒？*因为它们足够牢固*。斜线：*它们不会歪倒*。你能排得使它们都倒下吗？(他做细微的调整，但只有一部分倒下。)为什么它们不全部倒下呢？*我们的推力不够*。池塘：没有弯曲部

分，四块骨牌在一边，七块在另一边，都是笔直排列。如果你推这一块，哪些将会歪倒呢？*那些（那四块）*。那块（七块中的最后一块）呢？*也将歪倒*。

斯卡（5 岁 4 个月） 不考虑 A 和 B 之间的距离：*这块将使那块（B）倒下*。但距离如果再增大一些，*它就不会倒了，因为它离得太远*。即使这样，他仍然在他的系列中留下了几个巨大的间隙。如果留个间隔，有关系吗？*没关系*。（尝试。）为什么不倒了？*不知道*。我们该怎么办？*让它们彼此靠近*。（他把紧靠 A 的那块骨牌放得离 A 近些，在 B 的前面就出现一个间隙。）那块（B）为什么不倒？*因为这块没碰到它*。为了排出一个倾斜系列，他从 A 开始倾斜着排列骨牌，但不是朝着 B，由此便产生了弯曲部分。然后他从 A 到 B 又排了一组笔直的系列和由两块骨牌组成的垂直系列。它们会倒下吗？*我不知道*。经过几次尝试之后，他把这两个系列与一排倾斜骨牌连起来（/|），并断言它们都将倒下。随后他虽然做了几次调整，但骨牌之间的间隔还是太宽。尝试失败之后，他沿一条曲线从 A 到 B 排起一个系列，但相邻骨牌之间的角度各不相同（其中有两块为 90°），并说也许除了末端的一些骨牌，整个系列都将歪倒。他丝毫没有想到要纠正他的错误。

皮欧（5 岁整） A 和 B 之间保持一定的距离：*它们将歪倒*。（尝试。）为什么没倒呢？*因为它们的距离太远*。但在对排列正确的序列的最后一块将要歪倒表示怀疑时，他还是作了同样的回答。

戴恩（6 岁 5 个月） 在预料并观察到两块相邻的骨牌倒下之后，如果将两块骨牌呈一定角度排列，她没有预见这两块骨牌也将倒下。当证明她错了时，她认为，如果把第二块骨牌与第一块错开一点儿平行地放置（正确），即使在它由于错开得过多以致再也碰不到时，第二块骨牌仍将倒下。一组正确排列的骨牌，即使这列骨牌横穿整个房间，*它们也将全部倒下*。不过她认为，即使骨牌间隔很大，情况也将如此。当事实证明她错了时，她便说，*你必须多用一些力推*（她这样做了）。关于湖，首先是两个直线部分，然后在实验者的鼓励下排了一条曲线，但相邻的骨牌之间不再相互平行，*它们都将倒下*。

要精确描述这些受试者独特的概念化过程是不容易的。他们几乎都料到，与“推”（罗伯、帕特和戴恩）或“拉”（梅克）相同，如果两块相邻骨牌中的一块歪倒，这将引起另外那块倒下。但这并不意味着他们认为骨牌在任何情况下都将倒下，罗伯和戴恩就坚持认为，骨牌之间必须平行，而且罗伯认为骨牌不会沿一条斜线倒下。然而，这些局限性都与“推”这个概念有密切关系。处于ⅠA 水平的受试者确信，如果把一个被动的物体推倒，它可顶撞的肯定是正面而不是侧面。另外，他们都没料到，如果两块骨牌之间的间隔大于第一块骨牌的长度，那么第二块就不会被碰倒。的确，如果间隔太大，他们就会说这两块骨牌“离得太远”；但在间隔不明显的情况下，他们从不考虑把这个间隔与骨牌的长度或高度进行比较。因此，在进行了错误的预见之后，虽然帕特和斯卡让那些骨牌靠近放置（而戴恩却增加这个间隔），但这只是为了加大“推力”，而且皮欧认为这个

序列的倒下不会持续很长的距离。同样，梅克和戴恩把间隔的效果归因于骨牌的“推”力或“重量”不够大。

总之，处于这一水平的受试者的一般特点似乎是，他们将骨牌比作球。他们不能掌握这样的事实，即当一块直立骨牌歪倒时，它的运动轨迹是一条弓形曲线，它将倒向并推倒下一块骨牌，等等。因此，在他们的概念化过程中所缺乏的是这样的概念，即一块骨牌可以歪倒并压向与它相邻的骨牌，所以他们没有考虑到这些间隔。适当的间隔将使倒下的那块骨牌推倒下一块，但间隔太大，它就不能推倒，而只是轻轻地弹击一下。我们还应注意到，他们不能认识骨牌将连续地倒下，因而对于骨牌之间的间隔就不给予应有的重视，这使我们想起了处于同等水平的受试者不能给卡片的倾斜以应有的重视的情形（第一章）。当然，它们之间也有差别，前面卡片实验中的“倾斜”意味着“支撑”，而这儿的意思却是“碰倒”。

ⅠB 水平

例子

托尔（5 岁 7 个月） 他的反应处于ⅠA 水平。他说，*它们都将倒下*。但在这些骨牌并没有歪倒时，他便让骨牌彼此靠近。*我们这样放它们*。（实验者又重新摆出一个间隔。）它们会歪倒吗？*不，因为这一块碰不到那一块*。斜线：排列正确。如果不得不绕道而过，那怎么办呢？*那我就这样走*（迂回）。骨牌的排列相似，但没想到要调整间隔。

阿拉（5 岁 6 个月） 放置的两块骨牌不完全平行：*它们将相互接触*（无一例外），*并且这块将碰倒另外那块*。四块为一组的骨牌：第四块会歪倒吗？*不会。它离得太远*。那么第三块呢？*是的。第二块将碰倒它。这三块都会倒*。（尝试。）为什么这四块都倒呢？*它们相互接触，一块接一块*。一长组骨牌：穿过整个房间吗？*是的。它们会先后一块一块地连续相碰*。然后兴趣很浓的阿拉自己想出了一个主意，*我想让它们全部倒下*。但他所说的“全部”指的是一个矩形，连续骨牌组成笔直的几列，所以四个角的骨牌不会倒。阿拉发现错误之所在，为了修正它，便构造了一个圆。但这些骨牌不是代表一束射线的终点，而是代表圆周。而当这组骨牌并未倒下时，阿拉便进行了适当的调整。斜线：前面那些骨牌放得恰当而最后的那些排成了一条直线。湖：纠正弯曲（由于他前面构造过圆，可以变得容易些）。

劳恩（6 岁 2 个月） 两块骨牌之间间隔太大：*它恰好碰到那一块*。（经过尝试，发现自己错了。）*那是因为它没有推*。八块一组的骨牌：*最后那块不会倒，它前

面那块也不会倒。那么这块(4)呢？同样。哪一块会倒？这些(前三块)，因为它们(指剩下的那几块)得不到推力。(尝试。)为什么它们都倒了呢？因为它们推了所有其他的那些骨牌。较长的一组：它们将全部倒下，因为它们将碰倒其他那些(同前，指穿过整个房间)。有各种间隔距离的一组骨牌：这一块将倒下。那块呢？那块不，它离得太远。斜线：用两块互不接触的水平放置的骨牌排列，因而没有成功。然后在 A 处平放了一块骨牌，后面跟着一块倾斜的骨牌，并在 B 处放了一块与前一块相垂直的骨牌。看到 B 没有歪倒，她又放了一块(倒数第二块)，然后又在旁边加上第三块骨牌。由于这组骨牌仍没倒下，所以她又把骨牌改放成一个圆弧形，并且取得成功。

蒂特(6岁6个月) 两块骨牌：它们不倒下，离得太远。你怎么知道？因为它们并不并排。八块一组的骨牌：预料前三块将歪倒，因为它们并排着，从第四块开始便不会倒下了。在试验之后，他大声喊道，它们都是并排的！较长的一组骨牌：预计倒下大约会持续到中间，验证之后又预计这组骨牌的倒下会持续到墙。有间隔(但被屏幕挡住)的一组骨牌：它们不是并排的。斜线：成功。湖：失败。

弗恩(6岁7个月) 在两块骨牌倒下之后，要求他排一长组骨牌。他把第二块放到适当的位置，第三块也一样，但随后把大约十五块骨牌靠在一起以使它们不致倒下。实验者给他示范了一组由四块组成的排列恰当的骨牌，但他想拿走第一块。如果不拿掉那块，我不能(让那四块都倒)，因为它们离得太近了。当实验者不让他这样做时，他轻轻地叩击了倒数第二块，不然我将永远弄不倒它们，太困难了。演示之后，又排了一列七块为一组的骨牌：这块将推倒那块，然后也许是那块，也许还有那块(4)。(试验。)啊，好极了！湖：解决办法正确，但成功与否不能确定。然后他构造了一条由相互成120°角的两列骨牌组成的路线，并且说，我想看一看。看什么？看它们相隔开时是否仍然倒下。然后他又把骨牌重新弯曲地排列，但最后那块骨牌放置得与前面的相垂直。

拉克(6岁8个月) 在最初尝试之后，让 A 和 B 离得更远些：这样离得太远。八块为一组的骨牌：骨牌一直要倒到这个地方(指这个系列的中间部位)。剩下的呢？它们不会倒，因为离得太远。(尝试。)它们倒下，因为它们毕竟离得不太远。这个地方(穿过桌面处)呢？这里的这些将要歪倒(指着1/3处)。其他的呢？不，它们太远了。(尝试。)它们离得不太远！如果穿过教室地板呢？它们不会全倒。中间有一间隔的一长组骨牌：后面这些不会歪倒。然后，在不提间隔问题的情况下将骨牌彼此靠近。斜线：经过几次尝试，取得成功。湖：一边有几处巨大间隔的一条直线，它们将全部倒下，因为它们之间的距离不很长。(试验。)不会全部都倒下，因为这个湖太大。

凯特(7岁8个月) 认识到了 A、B 之间间隔的作用，但她仍相信，在八块一组的骨牌中，最后那块不会歪倒，因为它与其前面骨牌的距离比第二块更远。为什

么不再倒下了呢?(她拿起一块骨牌,并测量间距。)*有一个间隔*。将这组骨牌彼此靠近排列,她预料有2/3的骨牌会倒下。为什么那后面的不会倒下呢?(她又测量了一次。)*是的,它们都将歪倒,因为它们彼此靠近*。斜线:圆弧,但最后一块与前面那块垂直。

处于ⅠB水平的这些受试者的反应有些似是而非,他们取得了很大的进步,但不能运用这种进步。很大的进步表现在,他们理解了两块连续骨牌之间间隔的重要性。的确,虽然我们的受试者没有明确地提及这些因素,但当他们(像托尔、阿拉和劳恩)认为由于两块骨牌之间有一定距离而使一块骨牌不会"碰"到其后继骨牌时,"碰"这个词的意思显然不是指"倚靠"并推倒后面的那块骨牌,更不用说在开始"倚"之前,这两块骨牌是互不"接触"的。因此他们懂得两块骨牌之间间隔的重要性就暗示着懂得这样的事实,即通过推第一块,它就可以"倚"到第二块上。让我们再回顾一下与第一章中构造卡片房子相类似的情况。处于ⅠB水平的受试者也发现,一张卡片是"倚"到另外那张上的,尽管"倚"在那种情况下的意思是"支撑"而不是"推倒"。

在纸牌实验中,受试者没有利用他的发现,也不能掌握两张卡片之间的互反关系(而是认为有一张起着特殊的作用)。同这种情况相类似,在骨牌实验中,尽管处于ⅠB水平的受试者理解了两张骨牌倒下的机制,但他们还是不能通过把这种发现扩展到由许多骨牌组成的一长列骨牌而把它概括化。即便是在四块一组的骨牌中,阿拉还是认为第一块的倒下并不导致第四块也要倒下,因为它们离得太远,好像中间的骨牌一点作用都不起。同样,劳恩和蒂特对前三块骨牌也作了同样的解释,*因为那些得不到推力*。劳恩进而想拿掉第一块以使第二块碰到第四块,而凯特则利用一块骨牌来测量(1)与(4)之间的距离,并且说*有一个间隔*,好像是在处理两块相邻骨牌之间的间隔。

必须承认,在得到实际情况的证实之后,虽然这些受试者成功地对他们所构造的模型进行了概括,但是如果不是亲眼看见,如果传递关系超出了第三块,他们便不能理解。让我们再重复一下,这一事实为我们在其他地方①谈到的有关运动的中介传递和运算转换之间的关系提供了明显的例证:由于缺乏运算的转换,处于ⅠB水平的受试者把前者看成是直接传递链。然而,我们仍需证明在基本的物理情境中,这些受试者连准逻辑转换水平也没有达到。我们当前的研究已经用可能达到的最清晰的方式提供了这一证据。

第Ⅱ、Ⅲ阶段

在大约7—8岁,儿童懂得了转换与复现,但在此之前还存在一些中间情况,它们将

① 参看《发生认识论文集》(第27卷),1972年。

有助于我们弄清楚新的协调是如何发生的。

例子(中间情况)

克里(7岁4个月)　他认为,*A*离*B*太远(错误)。十二块为一组的骨牌:*另一块(第二块)将要倒下*。最后那块呢?*不倒*。这(中间的)一块呢?*不倒*。为什么不?*这些(前两块)之间离得太远*。我们怎样才能使它们倒下呢?……哪些会倒下呢?*这些(前三块)*。第四块呢?*也会*。最后这块呢?*不会*。第五块呢?*会倒*。最后这块呢?*不会*。第六块呢?*会倒*,等等。一直倒下到哪儿?*一直到最后*。横穿桌面吗?*是的*。在教室里(在地板上)也这样吗?*不*。池塘:尝试了几次之后获得成功。两个湖:由于角度(+90°)关系而失败。

阿里(7岁10个月)　他懂得*A*与*B*之间间隔的意义。一组骨牌:只有前两块会倒下,*因为它们之间很近*,但后面那些不会倒下,*因为它们太小*(=因为前面那些不够高)。然而当一个一个地问及这些骨牌是否倒下时,他说,*所有骨牌都将倒下*。湖:没能成功(因为使用了呈直角放置的骨牌)。

蒂(7岁6个月)　一组骨牌:*那块骨牌将使另外那块骨牌歪倒,但并不是全部都歪倒*。这样便得出结论:所有的骨牌都将歪倒,*因为在其前面有一块骨牌推动其他骨牌,在这个推力作用下,其他那些也将随着那张骨牌的倒下而倒下*。

例子(ⅡA水平)

奥利(7岁7个月)　一组骨牌:*所有其他骨牌都将倒下,因为如果有一块骨牌像这样倒下,其他那些也必将向相同的方向歪倒*。间隔*AB*:他大体上测量了一下这个间隔,看看*B*是否会歪倒。湖:一块骨牌以与其他骨牌呈90°放置。失败之后他说,*如果像这样*(垂直的手势)*转一下这块骨牌,它就不会歪倒了*。交叉之后成功。

弗拉(7岁10个月)　一组骨牌:*(1)碰倒(2),(2)碰倒(3)*。然后它就不再碰倒吗?*不,(4)碰倒(5)*,等等。(试验。)为什么它们都歪倒?*因为我们推了第一块*。一长列骨牌(穿过地板):*它们都将歪倒*。一个间隔(在屏幕后面):*最后一块没倒,因为看不见的那块骨牌离其前面的骨牌太远*。斜线:成功。湖:呈曲线放置,但这条曲线连着两段直线,因此出现了不正确的角度(也就是90°)。

维尔(7岁11个月)　*AB:我们必须注意这个距离*。一组骨牌:*它们都将歪倒*。穿过教室吗?*是的*。斜线:成功。湖:先以90°角放置,然后成功。

特奥(8岁11个月)　他仔细地排起十二块为一组的骨牌,然后谨慎地说,*也许它们不会倒下到这端,因为到那儿时力量已经很小*。但如果这一组骨牌进一步

延长，他说，也许它们都将倒下，因为每当一块骨牌歪倒时，下一块骨牌就获得一个推力。湖：用角度仍然存在着困难；纠正弯曲部分一直到正好越过湖，然后转了90°，呈直线传递一直到达终点。然后他改变中间骨牌的倾斜度以消除太大的间隔，不然它们就不会碰到，但没有成功。

里恩（8 岁 6 个月）　一组骨牌：它们将一块一块地全部倒下，但用几条相互垂直的路线绕过障碍物。

帕奥（9 岁 3 个月）　也用几条相互垂直的路线绕过障碍物，然后调整角度，但没有考虑间距。它为什么不倒呢？我们必须让它们转成这样（|/）。这样会倒吗？不知道。

在ⅡB 水平，由于正确地预见或通过直接的调整，角的问题解决了。

例子（ⅡB 水平）

麦特（8 岁 6 个月）　A 和 B 在高度上不同：B 将歪倒，因为它和第一块稍微离开了一点儿。但如果它们之间的距离很大，那么就不会歪倒，因为它们之间离得远。这儿有一个空间，所以骨牌将落入这块空地上。如果它们以一定角度放置，B 就不会歪倒，因为它们交叉。当结果证明他错了时，他解释说，两块骨牌都歪倒，因为它们靠得近。斜线：开始时角度不对，但立即加以纠正。湖：恰当的弯曲。你有把握吗？不太有把握（他摆出一个大角度），因为有时它从旁边经过（他通过让它们彼此靠近和尽量减少平行来调整这组骨牌）。

戴恩（9 岁 4 个月）　像ⅠA 水平的戴恩一样，也不能确定一个长组中最后那块骨牌是否会倒下，也许它们不倒，因为剩下的推力不够大。然后做出正确的概括。湖，等等：有时排列相似而高度不同，因此影响也不完全；有时逐渐矫正角度。为了确定正确的距离，戴恩通过试验，让一块骨牌倒向下一块骨牌。交叉成功（呈 Y 形）。

里普（9 岁 11 个月）　一组骨牌：所有的骨牌一下子就可倒下。当用比骨牌长一点的积木来做实验时，他便将两块积木之间的间距加大些，因为积木比较高，所以它们还是能碰到。湖，等等：弯曲，有些弯曲度太大，我弯曲得太厉害了，所以它们不能相互碰到……如果有一块骨牌不这样（偏斜地）放，大面就可能碰击那个小面，但这次不行。

盖伯（10 岁整）　让骨牌彼此靠近放置以适应弯曲的需要。你如果在拐角处放一块，它就可能向旁边倒。

在第Ⅲ阶段，除了对有关原理有更好的预见和经常较快的理解，也许没有其他进步。

例子（第Ⅲ阶段）

彼得（11岁7个月） 它们不必离得太远。在拐角处我们得让它们转一下，稍微转动一下，它们才不至于倒向这一边。

希尔（12岁整） 我们必须观察一下这条曲线……（构造），但它们以同样的方式朝两个方向排列。

尼克（12岁整） 如果它们之间靠得较近，骨牌将倒下得更快，因为它们之间没有相互阻滞的时间。是什么使它们整个系列都倒下的呢？第一块骨牌的重量。如果我们用塑料骨牌呢？它们之间必须靠得更近。哦，不，都一样，从第一块到第二十块都一样，但你不会有塑料、铅和木制骨牌的。

从ⅡA水平到ⅡB水平的这种过渡，与我们对构造纸牌的分析有着进一步的相似之处，尽管"倚"的作用在这两种情况下有相反的效果。因此处于ⅡA水平的受试者在一种情况下（卡片房子）是借助于互反来概括这种作用的结果，在另一种情况下（骨牌）则是借助于传递来概括。必须承认，虽然我们这里的一些受试者（特奥和戴恩）怀疑骨牌的倒下可以一直持续到最后，但他们也不再像ⅠB水平或者（像克里、阿里和蒂这样）中间情况的受试者，因为那些受试者还没掌握一块骨牌倒到后面那块骨牌这种现象的传递作用，而重要的原因却在动力学上：他们认为骨牌系列传递的"力"或"推力"会慢慢地消失。（除了效果明显的那些情况，这些反应在第Ⅱ阶段是普遍存在的。）最清楚地显示ⅠB水平和ⅡA水平反应之间不同的是克里和阿里否定传递（但最后还是在一个个证据面前接受了它），而特奥和戴恩在骨牌系列延伸的情况下放弃了他们的动力学怀疑，而且他们也不能再坚持认为传递将在某一点停止了。

不过，尽管ⅡA水平的特点是掌握了骨牌中"倚"这一作用的传递性和卡片中"倚"这一作用的互反性，但是对于非对称或非线性的情况来说，在这个阶段他们仍然不能理解传递性和互反性。这种不理解的产生是由难以确定倾斜成分或它们所产生的压力的方向引起的。在骨牌问题上，当路线变弯曲时，随着某种力而产生了下面的问题：从奥利到帕奥，所有的受试者都没预见到，当骨牌呈直角放置时，一块骨牌是不会"倚"到下一块骨牌上的，他们的试误过程表现出他们缺乏方向表象。同样，在卡片呈直角放置以构成T字形的情形中，倾斜卡片支撑着垂直卡片，这些受试者将主要作用归于后者，好像这张垂直卡片本身支撑倚在它上面的那张卡片。

在ⅡB水平，无论是用卡片还是用骨牌，这些问题都消失了。到了第Ⅲ阶段，受试者便感到需要对重量以及类似的力作些解释了。

结　论

在第四章中，我们将考察砝码的作用，还将讨论不易确定的压力的本质（一方面下拉，一方面上顶）。这样，在对重量这一概念的理解上便出现矛盾（他们认为，在同样的情况下，重量既可引起下压，也可引起上顶）。显然，这种不确定性绝不会妨碍儿童使用和发展压力概念的能力。此外，如果比较一下骨牌实验中那些相对发展的水平（在这些实验中，压力压倒其后继成分，在卡片实验中同样也可以遇到这种情况，但在卡片实验中，压力的基本作用是支撑各种结构），我们便会看到两者是相当一致的。

此外，要想克服在ⅠA水平上由于忽视倾斜而带来的含糊和歪曲，为了给倚或压的作用和那种成分（骨牌和卡片）的倒下或支撑以合理的地位，必须同时满足两个条件：一方面，在事前先要一个一个地对每一作用加以协调（因为同其他地方的情况一样，协调是推理的基础，尽管单独考虑某些特定作用会对概念产生许多曲解）；另一方面，每一过程中的每一种倚或压都要适应精确的空间关系（位置和方向），否则，那种作用就会失去它的意义，结果只能引起许多矛盾。

在骨牌和卡片这些特殊的事例中，这两个条件是逐渐满足的：从ⅠA水平到ⅠB水平的过渡表现在对于倾斜作用的逐步理解（对于骨牌的实验来说就是掌握相应间隔的作用）；通过对比，逻辑-动力学的协调（传递与互反）成了ⅠB水平向ⅡA水平过渡的特点，而从ⅡA水平向ⅡB水平的过渡又涉及空间上的精确关系，即倾斜成分（骨牌或卡片）的推或顶的方向。这些进步绝非偶然，为什么处于ⅠB水平的受试者发现了倾斜和间隔的作用而ⅠA水平的儿童却忽略了它呢？其原因在于，处于ⅠB水平的受试者已经能够开始更积极地进行调节，这迫使他们更加注意这两个因素，因此也就开始进行传递和互反的新的协调，因为这两个因素的作用可使他们亲身感受到整组骨牌系列。不过，由于这些作用又都取决于位置和方向，这肯定需要进行进一步的积极调整，并掌握那些附加的变量。

这一发展的特点也同样适用于重物和砝码作用的概念（第四章），尤其适用于平衡或跷跷板（第五章）的概念。事实上，与前面谈到的一样，随着那些作用在空间和协调方面的交替前进，我们同样会发现那种不确定性和最初的歪曲。在ⅠA水平，我们将再次发现同样的倾向，即不能确定重物的力是支撑还是下拉。例如，为了使物体更稳定些，受试者便把砝码错误地放在木板的一端或支撑轴上，或者在一个脆弱的结构上放一件很重的物体。这些错误都与不能进行协调密切相关。他们认为，物体之所以可以孤立地起作用，是因为它们本身重或轻，而不是由于X比Y更重一些。在天平上，这些受试者只关心一端（或者先注意天平秤盘的这一端，然后再注意另一端，并不是同时关心两边），显然，这是由不能理解数量平衡之实质所致。

对处于ⅠA水平的受试者缺乏鉴别和协调的情形之回顾使我们想到，ⅠB水平的进步同样与空间或逻辑-几何学的进步有密切联系：受试者开始时注意到对称与不对称，他们之所以把一个砝码放在天平的中央以便立即固定天平两端，或为了造桥，把一块板条的一端放在另一块板条的同一端上，其原因即在于此。他们总是根据错误的对称概念(即"较重"的关系等于较强的帮助较弱的，而不是对立效果的相互作用)，用砝码来增强整体的重量。

在ⅡA水平，我们还会再次发现受试者一般都试图用一般的守恒(数量化重物的平衡)，以及互反和传递的方式来进行协调。最后，在ⅡB水平，协调方面的这一进步将导致新的空间关系的积极调节：认为砝码作用的大小将取决于它们的位置(早期的"运动"直觉)，砝码的放置不仅与重物的位置相对应，而且也与作用传递的方向相对应。

简言之，儿童处理物体重量能力的发展与儿童处理倾斜物体(那些认为不起作用的第Ⅲ阶段的受试者除外)能力的发展显然是趋向统一的，骨牌的不断倾倒或者卡片房子就是例子。

然而，在开始探讨重物和砝码之前，我们必须先观察一下在骨牌的倾倒中曾遇到过的传递的问题。

第三章 运动的传递①

我们在对因果关系的研究②中已经详细地考察了直接和间接的运动传递,在研究中我们给儿童出示各种形式的传递并且要求他们对各种传递进行解释。与此相对照,我们现在要做的是引导儿童使运动传递到某个目标。为此,首先必须使儿童确信有运动的传递。因此我们下面要考察的不是儿童对运动的解释,而是他在实践智慧得到自由训练之后对传递的发现,以及在他的失败与成功的动作之间所做的有意识的鉴别。

本章的第一部分,我们要用在同 A. 斯泽明斯卡(A. Szeminska)合作的早期研究中使用过的水平木棒来悬挂一组小球,但这次我们不用排列相近而且静止的一些小球,而是使用两个小球。这两个小球的距离达到这样的程度,即除非儿童自己放上一个中介物,否则,第一个小球便不能使第二个小球运动。在第二部分中,我们将考察一个与它类似的但比它容易得多的问题:通过在桌子上排积木而发生运动传递。

Ⅰ 悬挂着的小球的运动传递

我们用一根带有八个钩子和若干系在线上的大珍珠或球的水平木棒,这些线可以拴在钩子上面(一个小黑球、八个小红球、一个系在一根长线上的小红球、一个系在一根短线上的小黄球、四个系在长度适当的线上的中等大小的球、一个由一根长度适当的线系着的中等大小的球、一个系在一根长线上的中等大小的球,以及一个大球和一把能从两端水平挂起的直尺)。

我们给儿童出示那根两端分别挂着一个小红球和一个小黑球的木棒,并且要求他使小黑球运动起来,但不能用手碰它,可以利用第一个球,即那个小红球或现有的其他物体。由于年幼的受试者经常忽视第一个球,因此必须提醒他们这个球在实验中起着重要作用。此外,由于他们总是倾向于将第一个球从钩子上取下并挂到靠近黑球的地方,所以当受试者这么做时,实验者就要立即把它放回原处,并告诉他第一个球的位置不能变。因此许多受试者便挂一个中介物(例如直尺),但他们并不用那个红球去碰那

① 与 C. L. 鲍内特(C. L. Bonnet)合作。
② 参看《发生认识论文集》(第 27 卷),1972 年。

个中介物,而是通过推那个中介物来碰黑球。

在他们致力于完成这一任务时,实验者问他们,如果使用某某球,会发生什么情况。在经过各种失败与成功之后,要求他们配以图画来叙述他们做了些什么,还要求他们从受试者的角度描绘他们的动作。

如果他们不能成功,最后便给他们示范解决办法:把那些球都挂起来,并且用力推第一个球。实验者要仔细地观察他们的反应,也就是说,在他们重做这个实验时,看他们是否使用提供给他们的那种解决问题的方法。

ⅠA水平

例子

伊夫(4岁6个月) 他徒劳地试图用第一个球去碰黑球。*我要把这些球都用上*(他把球都挂起来)。你能让这个球运动吗?*用第一个我不能,它们离得太远*。那么这些球全用上呢?*不行,我不用那么多*(他用第一个球碰直尺,让直尺碰黑球)。你能对你所做的作些解释吗?*第一个球使黑球动起来,而黑球又使它摆动*。放回原处:*伊夫用它的指尖敲击黑球,然后又敲红球,红的动,黑的也动,它们都是自己摆动*。现在实验者把第二个红球挂上并用第一个球撞击这个红球:*它们相互碰撞*。伊夫拿起直尺,并同时碰击前两个球:黑球运动。你能回忆一下你刚才做的什么吗?(实验者把所有的球都挂上。)我们怎样才能使这个黑球运动?(伊夫从侧面敲击每个球,其中包括那个黑球。)看(第一个球碰到第二个球上,运动开始传递),*这个黑球动了*。怎样动的?*你的手推第一个,所以这个球也动*(好像它是自己运动)。

布吕(4岁整) 你能想办法用这个红球来使黑球运动吗?(她拿起直尺,并且轮流敲每个球。)在她看了实验者的解决办法之后:*我把红球(第一个球)拿在手里,让它去碰击黑球。它们都碰黑球*。她画了一排红球,*我用一个红球去碰它,它就碰其他那些球*。

罗尔(4岁6个月) 我想让你用某种东西使黑球运动,但你不能用手去碰这个黑球。(他用手指轻弹挂着红球的那根线。)这个黑球动吗?*不动,需要再推一下*。(尝试,但还是失败。)*我们需要一根更长的线*(他用另一个带长线的球来替换这个红球)。*动了!* 他画出了挂着的两个小球,中间用一笔连接起来以表示两球之间的作用。回到最初的那个情境(红球系在一根短线上):你还能用其他东西吗?(他又挂起一个球,并用这个球去碰黑球,丝毫也没有考虑到第一个球,成功了。然

后他又挂起一个球，并用第二个球去碰它。）让我看看你是怎么做的。（他只用第一个小球，没有成功。）再演示一次。（他用第二个球，成功了。）第一个起什么作用？*它推那个黑球*（又用它一次，还是失败）。用哪一个推这个黑球呢？*用那个*（第二个）。我想让你用第一个。*那么我们必须把其他的都去掉*。*不，不行*。（他用第二个球去碰第三个。）你用的哪一个？*那个*（第三个）。如果你用第一个又怎样呢？（他把另外两个拿掉。）你能把它们都用上吗？（他把它们都挂上。）你做的什么？*学数数*。用第一个试试看。*我不能*，（指着那根线）*它太短了*。如果我推第一个呢（手势）？*也许它会使其他那些都动*。这个黑球呢？*它将与其他那些一起动*。试试。（他从侧面轻弹第一个球。球走出一条曲线，引起其他那些球的运动，这个黑球也开始轻轻地晃动。）好了吗？*都动了，它们都推这个黑球*。

拉普（4岁6个月） 他徒劳地试图用第一个球够那个黑球。把红球挂得（离黑球）更近一些：成功。将第一个球放回原处，现在他用一只手将第一个球向黑球方向推，同时用另一只手将黑球向第一个球的方向推：*这样我做不到*（没接触到黑球）。他挂起第二个小球并让第一个球碰动它，但不管它的方向。它们沿圆周运动，其中一个轻轻地碰到挂有黑球的线上。你干了些什么？*第二个碰到那个黑球，第一个碰第二个*，但他的手势却表示一个相互作用，他的画面上画的是一只将两个球握在一起的手：*我的手成了一个钩子*。那将会怎样呢？*第一个碰第二个，第二个碰那个黑的*。这样，他的概念化过程表明他掌握了还未用于实际的运动传递。

奥利（6岁10个月） 他将红球挂到那只黑球的旁边，在挂的过程中，它们偶尔相碰。你是怎样让它们碰上的？*这样*。我想让你利用其他东西。（他把红球从钩子上拿下来，在拿的过程中没有碰到黑球。）它动吗？*那个不动*。就这样吗？（他又把红球挂到距黑球最近的钩子上，并轻轻弹击红球。又用另一种办法试了试。他挂上直尺以便它碰到第一个钩子上的红球，然后把它解下来，一个钩一个钩地向黑球移动，用手指弹击黑球。）*啊，动了*。你是怎么做的？*我用手使它动起来*。

帕普（5岁整） 他靠近黑球挂起一个球并轻轻敲击。当要求他做得好一些时，他就把所有的球都挂上，并让它们一个一个地动起来，最后那个碰到了黑球。

托克（5岁6个月） 在用第一个球失败之后，他便在中间挂上一个白色的大球，并用这个大球碰击黑球。*我又悬挂起来一个球，这个球推动了它*。为什么？*因为这个黑的碰这个白的*。这个白的起什么作用呢？*它稍微动了一下，不起任何作用。它是自己运动，慢慢地动*。

吞（5岁6个月） 经过多次失败之后，实验者给他示范挂这些小球的正确方法。你照这个样子做吗？（成功。）你做的什么？*像这样*（立即推所有的球）。（将这些球都拿掉。）用其他方法试了试。（他在这根棒的中间挂起一个大球，然后用直尺敲击那个黑球。）那个（大球）是干什么的？（他拿掉大球。）

比尔（5岁9个月） 同样的情境：*它与其他那些相碰，然后碰到了这个黑球*，

所有这些球都使这个黑球运动。它们都碰击这个黑球吗？是的。

尼克(6 岁整) 尽管已经 6 岁，但他仍然没有超过ⅠA 水平。起初他徒劳地试图使第一个球碰黑球，然后水平地钩起直尺，并用直尺碰击这两个球。纵然我们特别要求他注意要用第一个红球，但他的所有其他解决办法还是悬挂各种中介物，以及朝黑球敲击这个中介物。甚至在做了示范之后，他还是用自己的老方法。

让我们先回忆一下，儿童从感知运动期(12－18 个月)的最后阶段开始便能进行"工具性行为"，例如能用一根木棒够远处的物体。然而我们还不能确定，这根木棒是否构成积极的动作者和被动的运动者(被移动的物体)之间的实际中介物或中介，或者说手的工具性作用是否只是手和臂的简单延伸。对运动的中间传递的早期研究已表明，中介的出现相对要晚一些，因此，重要的是要在实践智慧范围内确定它的地位。

处于ⅠA 水平的受试者对这方面的回答是很明朗的。另外，他们在努力使用每一种中间传递(第一个红球和黑球的直接接触)或利用延长手的动作的方法。例如，罗尔用系在那根长线上的球来代替原来的小红球，而伊夫和奥利则使用直尺，不过罗尔是用手而不是通过轻轻弹击第一个红球来使这个黑球运动的。此外，这些受试者都没有想到把其他球作为中介物，而这是直接传递和间接传递之差别的关键。因此，伊夫(他在仅使用第一个球失败之后把所有的球都挂上)没有把这些小球当作中介物加以利用，而是在用直尺推击小球之后，再朝相同的方向轻轻弹击其他小球。当实验者抽掉两端小球之间的某一个小球时，他便同时敲击头两个小球。帕普用的方法与伊夫相同。罗尔又加上第二个球，但没把它当作中介物。随后他又加上了第三个球，而且只是由于偶尔碰到第二个球才产生中介传递。当要求他把全部小球都挂上时，他看不出这个传递的关键而让第一个球做侧向运动。虽然帕普的口头解释似乎接近于掌握中介传递的水平，但实际上他还是将前两个小球一起松开。一般地讲，即使受试者看到正确的方法，他们仍不能掌握中介传递这一概念，并且断言(像布吕、罗尔、吞和比尔他们那样)，正是其他小球的共同作用才使黑球运动(这已为吞的行为所证明)。

在对这些行为的意识掌握或对所观察结果的概念化方面，有两点特别值得提及。第一点，尽管有些受试者(例如伊夫)通过歪曲事实来解释被观察到的运动传递(传递是在所有被挂的中间小球中进行的)，但他们还是领悟到了一定距离内类似于运动传递的因素(*你的手推第一个，这个黑的也慢慢摆动；这个红球与那个黑球都是自己运动*)，好像只涉及两个球。一般来说，这与我们对ⅠA 水平的看法是一致的。对比之下，多数人认为，正是所有小球的共同作用才引起黑球的运动。值得强调的第二点是，这些受试者常常要改变碰撞的次序，在多于两个成分的情况下，情况尤其如此。他们改变次序的原因有两个。第一，当一个球与另一个球相碰时，两个都运动起来，于是受试者便容易忘记这个过程是由谁引起的。第二，由于第一个红球够不到那个黑球，所以就可能发生这样的情况(例如拉普)，即受试者用另一只手推这个黑球以使它更靠近红球；在同样情况下，系列的次序也被打乱了。不管这些逆向或遗漏的确切原因究竟是什么，在所有的情

况下，我们都可以看到，罗尔(他用第二个碰第三个)相信他用的是第一个球。托克(他用一个中间白球)断言，碰撞的是白球(参见伊夫，在用红球推直尺，直尺又推黑球之后，他认为他看到了相反的结果：*第一个球使黑球运动起来，而黑球又使它摆动*)。这种对于系列之正确顺序记忆方面的困难，说明了受试者关心这一顺序似乎就产生这样的印象——他们获得了准中介传递概念——的原因，但我们也不能过分夸大这种反应的重要性。因此，罗尔用第二个推第三个并取得成功纯属偶然(这也能解释模仿实验者的解决方法时所产生的困难)。再者，当拉普(他同时松开在第二、第三个钩子上的两个球去碰黑球)通过说第二个*碰那个黑球*，第一个*碰到*第二个，而使他的成功过程概念化时，我们可能就会得出这样的结论，即拉普的概念化水平已经达到了超过ⅠA水平的ⅠB水平。不过，尽管拉普画的被握在一起的前两个小球很出色，但事实上他只画出了挂在钩子上的那个小球系列的顺序。然而这种对系列顺序重视的倾向很可能有助于形成我们将在下一个水平遇到的那种行为。

ⅠB水平

我们将再次发现(只是在自发行为中)在先前关于因果关系的研究中所得到的准中介传递的最初形式，这就是中间传递链的概念；换言之，也就是由于连续的推力而形成的纯“外部”中介传递的概念，而不是穿过许多运动体的力的概念。实际上现在这组实验都是基于儿童自由的运算行为，而不是基于他们对事先组织好的中间传递系统的观察。在这些实验中，ⅠB水平标志着从中介传递的出现到对简单链反应之实际的或想象的领悟的过渡。

例子(中间情况)

拉特(4岁9个月) 起初她徒劳地试图用第一个红球够那个黑球，然后两只手分别轻击两个小球使它们碰到一起(参看ⅠA水平的拉普)。接着她在木棒的中间挂起第二个红球，*第一个朝那个方向(向左)运动*。*第二个这样*(呈90°角向正确的方向)*摆动*，而黑球静止不动。但我们怎样才能使它动呢？拉特用一个较大的球代替第二个球，并且说，*第一个会碰到那个大的，这个大的将碰到那个黑球*(先轻轻地推第一个，然后增大推力并取得成功)。她在画出的那排小球下面又画了一笔以代表“路线”，然后便回复到最初的情境。拉特又插入两个球并说，(在新插入小球的前面的)*第一个将碰到那个黑的，而其他球将这样(向旁边)运动*。你能只用一个球碰击这个球吗？(她朝黑球轻击倒数第二个球。)

佩普(5岁6个月) 她用第一个红球够小黑球，没有成功，然后便在靠近第一

个球的地方又加了一个球，在靠近那个黑球的地方也加了一个，并且叩击这两个球。接着她将第一个球靠近黑球挂起，在将这个小球挂回到正确的地方之后又把全部小球都挂起来，使它们连续地排列。然后她叩击这个系列的第一个小球并注意到它对黑球的影响。她一边画着所看到的一切，一边说，*这个推那个，那个推这个……我让这个动，其他那些也都在动*。

佩尔（5 岁 6 个月） 起初她徒劳地用第一个球够那个黑球，然后把其他小球都挂起来，并同时朝着黑球推那些小球。*我推了所有这些红球*。它们怎么样？*它们使这个黑球运动*。怎样使它动起来的？（她从钩子上拿下第一个球，并用它轻击那个黑球；然后用一个大球代替它，并用大球轻击其他球。）*碰上了*。是这个大球碰黑球吗？*是的*。其他那些呢？*它们一起运动*。你还能用其他东西使它运动吗？（她将直尺垂直地悬挂于第一个球和黑球之间，成功。）你是怎样做的？*这样*（显示第一个球向黑球运动，又显示了黑球向第一个球运动）！说给我听听。*我推这个红的，然后这个黑的稍微动了动*（她画出了两球之间的那把直尺）。

瓦尔（5 岁 6 个月） 在用第一个球失败之后，她便把直尺挂起来并直接往小球上推。然后她又用一个中等大小的球来代替直尺并且朝着黑球的方向叩击它。它们碰在一起了吗？（她朝第二个球轻弹第一个球。）*我推第一个，它就推与小黑球相碰的第二个*。

梅斯（6 岁 4 个月） 在经过多次失败之后，实验者要他把所有的球都挂起来，他立即看出关键之所在。*这都是些小东西，其中一个离黑球最近，这就是我能让它动起来的原因*（他轻击第一个小球）。*我推了它，然后所有小球都开始动，这个碰到了那个黑球，我就是这样让它们动起来的*。

佩尔（6 岁 5 个月） 在经历了几次失败之后，他便垂直地挂起直尺并用它碰击黑球。然后他又水平地把它挂起来，再次用它去碰击黑球。接着他换了一个大白球并用它碰击第一个红球。*我推了红球，它再推白的，白的使黑球摆动*。

斯卡（6 岁 5 个月） 他用直尺轮流敲击第一个球和那个黑球，然后打算把第一个小球前移三个钩的距离。当实验者提醒他的任务时，他便在木棒的中间挂起第二个红球并叩击它。*我用直尺打这些红球中的第一个，它就碰击第二个，第二个再碰第三个*。我想让你不用直尺，而用其他东西使小球运动。*我可以用球来碰它*（他把第一个球推到第二个上）。他画出了他所进行的顺序，但又说，*我忘了应让它从这边开始运动*（朝着红球轻弹黑球）。

雅克（6 岁 11 个月） 在失败之后他插入第二个（较大的）红球并用它碰击那个黑球，然后同时碰击这两个红球，再同时碰那个黑球。随后他又加上第三个红球并同时去打这三个。说说你是怎样做的。*我挂上三个球，用手推第一个，使它碰击第二个，然后这个较大的碰这个小的*（第三个）。他做张开手掌推第一个球的手势。

格罗（7 岁 2 个月） 起初他在中间用一根长线挂了一个球，然后在一根短线

上也挂了一个球，并直接用手推这个球，但由于没用那根长线而失败。随后她试图在靠中央较近的地方挂起那个黑球以及第一个红球。当实验者告诉她不允许那样做时，她说，*朝这个上面推第一个球，这样它才能碰到那个黑球*（几次尝试都没有成功，后来在她将中间的那个球移到更靠近黑球的地方之后才取得成功）。

尼克（7岁2个月）　他首先敲击那个黑球，然后再击打第一个。接着他又挂了两个球，先是叩击最后那个，然后一起叩击这两个。随后又改变它们的位置，让那个较大的靠近黑球。*因为这个较大，所以它能更容易推动这个黑球。*请解释一下。他摸着钩子，好像在运筹一次战役：*一个在这儿，一个在那儿，一个在那儿，还有一个在那儿。然后我让它们摆动，如果我碰到那个地方*（那些线），*这个黑球就开始摆动*（用力不够大）。*还得多用点力气。*请解释一下。*我把三个球挂到了钩子上，我会更快地推它们，那很容易。*

达尔（7岁3个月）　他在那两个小球之间悬挂了一把直尺并叩击那个黑球。实验者提醒他第一个红球必须"起点作用"。*是不是要我不碰直尺就让它动起来？*你怎样认为？*我推这个红的，它推直尺，直尺再推黑球。*他用一个球来代替直尺，并且说，*我推这个红的，它就推那个白的，白的又推黑的。*

高恩（7岁8个月）和卡尔（7岁9个月）　过程相同，但直接使用白球，他们都没用第一个球而是用手来推这个白球。

所有的这些反应都表明，处于ⅠB水平的儿童（他们很容易将穿过一系列静止小球之现成的运动传递现象看成一条直线传递链）难以通过自发的动作来发现这个运动传递链。这也清楚地证明，中间传递被看作直接传递链，而且，要把各种直接传递链连接为一个整体是需要时间的。将它们连接为一个整体便预示着（但不等于说）真正地掌握了传递。而这些受试者怎样才能将两个直接传递融于整个传递系列则是一个需要加以说明的问题。这里似乎涉及两个主要概念，而正是这两者的综合才为操作性传递开辟了道路：一个是直接传递的顺序（或方向），另一个是一个外部的器物可能会代替儿童自己的动作。传递的顺序似乎不证自明，但我们已经看到，在ⅠA水平并不都是这样：他们很少去推动某个与前面小球较近的后面的一个小球，这主要是因为他们把摆动看作传递的巨大障碍，因此他们便尽量减少其摆动的幅度。就连中间水平的受试者拉特仍然是这样做的，她在发现间接传递的片段类型之前就同时叩击那个黑球和红球。毫无疑问，她之所以不去利用她后来的发现，正是因为她认为摆动重要。因此，在受试者能把一个直接传递链连接起来之前，他们显然需要掌握这个系列的顺序。有几位受试者在实际操作之前间接地指出了这一顺序。我们对此更加确信：佩普先把所有的球都挂上，然后轮流叩击每一个球；尼克把球系到钩子上之前就按正确的顺序摸这些钩子；等等。

此外，这些受试者也使我们对被称作"倒摄性替代"的作用有了一些了解。事实上，多数受试者一开始都在第一个红球和黑球之间悬挂一个或几个中间球，然后不是推动

第一个而是推动这些中间球。所谓使用中介就是用物体的作用代替受试者的动作，就是用前面的那个球而不是直接用手去推中间的那个球；简言之，就是用第一个球来代替手去撞击第二个球。读者可能对此提出异议，认为我们的阐述纯粹是无益的重复，但我们应想到，儿童在开始时无论干什么都是用手：处于ⅠA 水平的受试者经常一开始就用手或直尺敲击那个黑球，而用中介物来代替这种直接动作的确是一个巨大的进步，尽管受试者还是直接让中介物运动。这里用第三者的作用代替手的动作是让中介物代替个体动作这个长过程的一部分。另外，正像我们在其他地方强调的那样，由于中间传递可以被比作运算性传递，因此我们有必要进一步考虑这样的事实，即运算性传递的基础在于有规律地替代：从 $A<B$ 和 $B<C$ 中可以确定 $A<C$。事实上，这就等于在 $B<C$ 这一关系上用 A 代替 B。因此，重要的是找到系统地用手的动作代替外部器物的过程中这些替代的源泉。我们下面便将讨论这一点。

第Ⅱ、Ⅲ阶段和结论

尽管在第Ⅱ阶段还存在某种缺陷，即大多数受试者相信他们必须用大球来增大碰击的力量，但是他们也取得了特有的进步：能够直接或几乎直接地利用中间传递。

例子（第Ⅱ阶段）

乔（7 岁整） 一个颇有趣的例子，因为他自发地超出了最初要他完成的任务。你能想出什么办法在不接触黑球的情况下使它动起来吗？（这儿不涉及还没有挂起来的红球。）（他选了一个大球，把它挂在黑球的右边，但马上在左边又挂起一排小球。朝黑球敲击大球，这样便沿着错误的方向引起运动传递。）*我击这个大球，它便碰撞并推动另外那个，然后另外那个再推那个*，等等（全部列举了出来）。随后他从相反的方向来演示运动传递，下面按通常的方式重复这个实验：木棒的两端分别挂着一个红球和一个黑球。乔用一根长线挂住球，当发现第一个球碰不到长线上的球时，他便插入另外两个，以便引起所需的传递。一个星期之后，他凭记忆先画出了一排大小递减的球（大的、中等的、小的），好像大球在运动传递中最重要。随后，他又画了一排中等大小的球，而最后是个小球。

克里（7 岁 10 个月） 一开始他试图让两端的两个小球相互碰击，发现它们之间的距离太大。然后他在靠近第一个球的地方插入一个球，再把这个球移至中央，敲击第一个球，成功了。你能换一种方法吗？（他用一个较大的球代替中间的那个球。）*这个小的推那个大的，那个大的推另外那个，这个黑球便开始运动，但你一定得推*。

布(8 岁 10 个月)　与ⅠB 水平的受试者一样，一开始她在一根长线上挂起一个中间球并拉它左右摆动，这可能是为了测量距离。因为在她随即把这个中间球移至中央并用一个较大的球代替它之后说，*我把这个挂在了第四个钩子上，推第一个，这个大的便推那个黑的，这个红的推那个大的，这个大的便推这个黑的*。

特尔(9 岁 7 个月)　她挨着第一个球用一根长线挂上一个中等大小的球，敲击第一个球使它碰到挂第二个球的那根线，第二个球与黑球相撞。*它尽管不那么复杂，但也不容易*。你能用其他方法吗？(她挂上两个球，然后又在它们之间挂上三个，其中包括一个中等大小的球和一个系在一根长线上的球。)*我敲击这个红球(第一个)，让它运动，然后它碰另外那些，最后再碰到这个黑球上*。

虽然这些受试者都能立即或很快地发现中介传递的原理(这与我们在对因果关系的研究中所观察到的相一致)，但我们还应注意，他们很明显地感觉到这些中间球必须包括大球或系在长线上的球，似乎一排球如果与第一个大小相等，很可能效果不大。这种概念的出现很可能与运动传递的“半内”“半外”特点有关，这是一种我们用静止的中介物同样可以观察到的效果。对受试者来说，好像每一个这样的中介物都轻轻地动起来才保证了运动的传递。当然，由于这些中介物事实上都在运动，所以这一点在我们的实验中不能得到证实，但慎重地选择较大的球(目的好像是为了促进传递)，表明他们还没有掌握传递运动的守恒。不管怎样，到了第Ⅲ阶段(11—12 岁)，受试者不再这样思考问题了，这是一个很突出的事实。

例子(第Ⅲ阶段)

索(10 岁 3 个月)　先单独用第一个球试验，然后挂起第二个同样大小的球。*不，也许它在向左摆不到头时，同时碰第一个球。我碰这个(第一个)以便它能碰到另外那个，而另外那个则去碰黑的*。她又加上大小一样的第三个球，并用手势表示她是怎样用这个球(第三个)的，然后解释，*不然我本可以把一个球挂到任何一个钩子上以保证碰到那个黑球*。

法斯(11 岁 10 个月)　他随即在靠近第一个球和那个黑球的地方分别挂上两个同样大小的球。他叩击第一个并断言，*它(黑球)不会动*。然后他又加了三个同样大小的球，这次成功了。*我推了第一个，所以能不接触那个黑球就让它运动*。

博尔(12 岁 6 个月)　紧跟着第一个球挂了一个同样大小的球，然后把它移至中央。*我如果把左边这个球拉至 45°角处，它就会击中中央的那个球，而那个就会碰到右边这个*。还有其他办法吗？(他在中间挂了两个同样大小的球。)

在从(ⅠA 水平的)直接传递到(第Ⅲ阶段的)间接传递的进步所产生的问题不亚于我们研究因果关系时给受试者提供的现成传递系统所造成的问题，尽管这个系统涉及了会产生其他麻烦的静止中介物。这是因为，在早期实验中，对间接传递的掌握是随着

掌握传递性过程中的进步(我们不必确定进步是怎样取得的)而逐渐出现的。然而在这个实验中,我们必须确定这种进步与儿童自己行为之间的关系。

感知运动,也就是在发展初期发现的工具性行为好像已经暗示着这种传递因素:用手推木棒,木棒又推物体,因此手就推物体。实际情况并非如此,因为木棒起初只是被看作手臂的延伸,因此这只是手对物体直接作用的延伸。所以,如果我们认为,传递直接得之于这种工具性行为的反省抽象(reflexive abstraction),那就未免太简单了。尽管它也涉及这样的过程,但这一过程的机制必须在那种新的系列的结构中才能得到说明。不过,在上面的解释中有两点是最棘手的:一是这些替代(用物体来代替受试者的直接作用)的作用问题,二是在这些替代过程中儿童对行为的概念化问题。

就替代而言,儿童发展的主线是很清楚的。一开始受试者不是让物体相互作用,而是尽可能通过自己的努力获得所希望的结果:他自己碰那个黑球或者使第一个球靠近黑球从而使它们直接相碰。如果告诉他不允许这么做,他便在靠近黑球的地方再挂一些球(完全忽略第一个球),要不就可能在第一个球和黑球之间插入一把直尺并亲自推这把直尺。有些受试者甚至干脆就不管这把直尺——认为它是虚构的中介物——而通过在直尺末端和黑球之间插入手指来推这个黑球。简言之,那些受试者一有可能就用物体代替手的动作,但最后那一推除外,这一推能使我们想起感知运动中的木棒的作用:木棒只是手的延伸而不是能独立活动的中介物。因此,ⅠB水平之所以重要,是因为受试者开始时用我们刚才说的那种方式,而最后则用物体代替手的作用力——受试者S并不是用由他直接推动的中介球 B 来碰那个黑球 C(目标),而是用这个传递系统中的第一个球 A 来撞击 B。结果只作为受试者S动作之延伸的中介球便获得了与 A 相同的作用,因此我们可以看到两个同质的关系 $A \to B$ 和 $B \to C$。在这种情况下,既然 A 可代替受试者S,那么在第二个关系中的 A 也就同样可以代替 B,其结论便是 $A \to C$(这标志着传递的开始)。所以,把物体 A 代替受试者S(这是把动作或操作"赠送"给物体的一个特例——因果关系的特征)看成是 A 有规律地代替 B 的开始,并不是一种夸张。这一替代乃一切传递的源泉,而这种替代正是间接传递的基本特征。

应该说明,受试者逐渐用物体来代替他自己作用力的情况,在与B.英海尔德(B. Inhelder)合作对一个领域的早期研究中也能观察到,在这个研究领域中的传递虽然不存在因果关系,但却涉及自发的测量。因此,当要求儿童比较以一定距离放置的两座塔的高度时,我们便看到了如下的反应:(1)通过审视来比较两座塔时的简单的眼睛运动;(2)让两座塔并列时手的运动[和(1)一样,一种关于大小的直接传递];(3)两手测量一座塔以及转而用两手测量另一座塔时所产生的身体运动;(4)构造第三座塔来作为共同的标准,并用它来一个一个地比较那两座塔,这样传递便开始;(5)把木棒等这样的东西用作尺子。儿童的自身动作对物体的连续替代以及顺序性替代同当前的情形有明显的相似之处,唯一的差别就是我们用运动的传递代替了大小传递。

这里仍然存在着意识掌握这一根本性问题。我们认为,它是实际行为(这与成功和

失败有联系）和这种行为的结果之间的联结，每一个有意识的理解行为都是一个从动作到语言的概念化过程。

我们要强调的一点是，与我们以前许多实验中的情况相反，现在参加实验的受试者几乎都不难用语言、手势或绘画来描绘他们的行为（虽然有些人显得笨拙，这并不是先天造成的问题）。只有处于ⅠA水平的儿童才会遇到这方面的困难，这要归于有关传递（球系列的集体作用系）的前概念和对序列顺序的颠倒。

事情还不止于此，因为人们看到的许多情况往往给人造成一种印象，即在受试者从动作向概念的转化过程中有时似乎也能取得进步。处于ⅠA水平的拉普画一个系列的次序而没把它们的动作画上，这正是我们感到疑惑的。在ⅠB水平我们发现了同样的反应（例如在佩普、佩尔和雅克的情形中）：两个或两个以上的小球同时松开常常被说成做了连续运动。因此关于次序的概念（这一基本的运算概念）一般来讲是从与行为有内在一致的内部次序中通过反省抽象而获得的，甚至在儿童还没有利用他的行为中的这种次序时就被概念化了。下面我们可能用一个与上面提到的替代作用有密切关系的因素来促进传递的出现（这些传递是由许多有规律的传递构成的）。

Ⅱ搭积木时的运动传递

由于在工具性行为（木棒等被看作手臂的延伸）和间接传递之间存在着巨大差异，所以我们认为，考察一下儿童在桌子上搭积木时所产生的运动传递是很有趣的。这些积木的作用既类似于感知运动中所使用的“工具”，又和我们在第一部分谈到的诸如小球这样的中介物相仿。我们之所以特别急于分析儿童对他们自己完成的动作的意识掌握，是因为我们感到这种分析将会进一步说明我们在小球实验中所得出的结论。

呈现给受试者许多正方形或长方形积木，一个他们必须移动的小动物玩具（小猴、小猪等）以及一个长木块或一个推动物（P）。指导语如下：我想让你想办法使小动物动而又不能用手接触它。你只能接触这个东西（P），我想请你用上摆在桌子上的全部积木（起初是三个，然后逐渐增加）。

有三种不同的情境。情境Ⅰ：在洋娃娃和P之间放三个成一条直线的正方形积木，如果受试者想使用它们，他只能推动P。情境Ⅱ：一块大长方形积木放在P和小动物之间，靠右边，并与桌边成90°。情境Ⅲ：同Ⅱ一样，但是把另一块（正方形的）积木加在左边，与那块长方形积木相对。

做完实验之后，要求受试者描绘出他们使用积木的顺序以及积木的运动。还要求他们画出这些积木、手和路线，并且如有可能再画出“它们是怎样接触的”（作用点等）。

最后，实验者明确指出，他将在受试者指导下自己操作。

ⅠA和ⅠAA水平

如果没有自发地利用中介物表现ⅠA水平特点的话(参考第一部分),那么我们将发现,在4—5岁的儿童中有大约50%出现了这种反应。另外50%可能在另一个水平上,我们称它为ⅠAA水平,这个水平也包含对中介物的使用,只不过不是一开始就使用罢了。因此,可以预期他们的反应已经超过了第一部分中所描述的ⅠB水平。

例子(ⅠA水平)

弗拉(4岁9个月) 她先用手移动小动物。重复指导语,她便把小动物放在其中一块积木上并用手移动积木。实验者给她做一块积木怎样才能推动另一块积木,以及用一块积木推这个小动物的示范,提醒她必须把全部积木都用上。于是她拿起推动物,但忘了那些积木。我想让另外那些也起些作用。(她朝着小动物推动一块积木。)另外的呢?(她把所有的积木都集中在一起。)*我把所有的都放到了一起,然后我再用手推*。情境Ⅱ:反应相同。情境Ⅲ:她让两块积木与正确的路线呈直角放置并用手移动它们。*我把两块积木沿直线放上,然后再推*。她在看了示范之后也模仿着做。*我,我推P,有一块积木这样运动*(穿过这条路线)。*当我先用那块*(积木)*推时,它们都集中到一起再推其他的*。但是它们是如何成为这样的[长方形积木与P并排,(3)和(4)与(2)并排]?*我,我推P,P推(1),而(1)又推这些*[(2)(3)(4)],*这些再推(1)*。

阿马(5岁整) 一开始她猛击桌子使小动物移动,然后用P绕过P和小动物之间的积木推小动物。当实验者做手势用P推一块积木时,她仍继续做她的,并说,*我拿一块大积木,向那个绿色的小积木上推,然后我把它们*(全部)*放在一起并往这个小猴子上推,从而使这个小猴子移动*。情境Ⅱ:她拿着P画出一条曲线。你想干什么?*不推这个蓝的*(中介积木)。你必须用它。(她轻轻按住两块积木,但是继续用P来推小动物。)*我向这块小红积木推,回过来向这个蓝色的推,然后是向那个小猴子推*。

由于再增加一些例子也没有多大意义,因此我们便来简单地概括一下处于ⅠA水平的受试者所使用的解决问题的主要方法。最简单的方法就是不用积木而用手或通过让桌子震动来移动小动物(阿马)。(震动桌子碰巧也是出现在感知运动倒数第二个阶段的这种传递的初级形式。)第二种解决办法是,把积木当作一种其上面可放上小动物的工具来使用,并让它滑过桌面。第三种解决办法是偶尔轮流地推动积木或在用手移动小动物之前把这些积木拿走。第四种解决办法归结起来就是用P或只用一块积木来

推小动物。第五种解决办法与第三种相同，就是将积木当作载小动物的器物，因而P就与小动物发生了联系。第六种解决办法(更高级些)是朝着小动物推P，不把积木用作中介物，而是向前任意拉一块积木。第七种解决办法是把所有的积木集中起来(弗拉)，并将这些物体当作P的替代物使用。在Ⅱ、Ⅲ两种情境中，我们可以看到相同的解决办法，不过这些办法倾向于把侧面的积木作为对P的补充和延伸(ⅠAA水平)。

至于受试者对其操作行为的掌握，他们都把注意力集中到最后的结果，并容易忽视或忘掉方法。当要求他们模仿实验者的示范时，他们只是移动小动物或P，而不想一想他们接触的是哪块积木，更不用说它们的次序了(参看弗拉对圆形的解释)。

一般说来，虽然这些受试者的反应与我们在第一部分中所描述的ⅠA水平的反应非常相似，但也有一点差别：他们很可能在5岁6个月至6岁之前就在许多中介物的帮助下开始理解传递。所以到4—5岁时，有一半受试者已经开始使用所有直接放在P和小动物之间的积木。因此积木的传递作用与球的传递作用是根本不同的，积木传递与提前把木棒用作手臂的延伸更接近些。果真如此，那么ⅠA水平否定的反应会反映出，他们不是不理解工具性传递，而是不愿意听从指导语——毕竟，通过手或P来移动小动物要简单得多，而使用积木则要浪费时间。让我们先看看与ⅠA水平同时出现并同ⅠB水平稍有区别的ⅠAA水平的受试者的行为吧。

例子(ⅠAA水平)

布吕(4岁3个月)　在前三个月的小球实验中她处于ⅠA水平(参看第一部分)。她一开始用P推小动物：*现在我让它靠近，然后再用它推*。我想让你把所有这些(三个)积木都用上。她把红积木放在蓝的上面，把它们推开，并通过只用P推小动物来完成操作。但我想让你用这些。(她把积木立起来。)*我让它们挨着，我的木棒放在后面，然后它就运动*。那些积木呢？*它们猛推这头小猪*。情境Ⅱ：她用P朝各种方向推一块积木。你做了些什么？*我让这个(积木)靠住这头小猪并用我的木棒(P)猛推*。让我看看它运动的路线。(她朝右指，但却忽略了连续地推。)它笔直地往前走吗？*不，弯曲地*。当把全部积木都递还给她并呈现出情境Ⅰ时，她便把所有积木都排成一行，并用P来推。你做的什么？*我推积木让它们接触*。这个为什么能推动小猪？*因为我推我的木棒，然后它再推其他那些*。那怎么可能呢？*因为我用它(木棒)推*。

乔(4岁7个月)　除在他的画面上没有画出方向之外，其他反应完全一样。

弗恩(4岁6个月)　开始的反应一样：*我们必须每一个都得推，其他的不必移动太快*(不一定要弹击它们)。成功之后：*我从后面(用积木)推它(小动物)*。怎样推呢？*把它们集中到一起就像一个整体，它们推小动物，我的两只手也推*。情境Ⅱ：他用积木在P和小动物之间构成一个V字形，但有些距离，看来很复杂。*它们*

必须集中到一起，这样它们才能都起作用。为什么不那样？因为它们已弯曲（这个新用法不错，表示失去直线性）。然后他把所有的积木排成一条直线。

格里(5 岁 4 个月) *他说，我用手推了所有的积木。它们怎样呢？它们待在我的长木棒前面。就这些吗？它们也往前推。用什么方式？因为这块大积木推它们。*

这些反应很清楚地表明，这些 4—5 岁的儿童提前发现的传递与第一部分（悬挂的小球实验）中所出现的那种传递的类型是相同的。事实上，就像几乎所有的受试者起初所做的那样，用推动物(P)使小动物移动只不过是以某人手臂的延伸为基础的工具性行为而已。至于用 P 来推积木，这些受试者能够把直接传递连成一串，似乎已开始朦胧地了解了间接传递。但这种说法十分错误。因此，当布吕说*我让它们挨着*（也就是一个在另一个的前面），*我的木棒放在后面*时，事实上她那排并列积木显然只是 P 的延伸。实际上并排放置的一排积木可以使人想起由部分组成的整体的概念。同样，苛勒(Köhler)的与黑猩猩连在一起的竹棒也构成了原竹棒的延伸部分。弗恩说，*它们集中到一起就像一个整体，它们推小动物*，因为正像他所解释的那样，*我从后面推它*。因此他最后说的*我的两只手也推*便暗示了一个连续动作的概念。同样地，弗恩在情境Ⅰ中断言，*它们必须集中到一起，这样它们才能都起作用*，否则它们会变"弯曲"。至于格里，他解释说，*它们待在我的长木棒前面*，好像在移动小动物时它们一点作用都不起似的，然后承认*它们也往前推*。"停在前面"和"也推"这样的限定再次暗示着他本人动作延伸的概念。

总之，当由儿童推动的小球也推动其他小球时，受试者只不过提供最初的动力，然后，才把他的作用力转移给球本身，所以他在有意识地把那些成分用作中介物之前，就一定会接受由一个成分倒向下一个成分的运动传递这一概念。相比之下，当他推一排并列的积木时，始终是他自己推动它们，而且无须把它们当作中介物：通过推动它们中的一个，他就能取得同样的效果，而其他那些则是不必要的延伸。虽然ⅠAA 水平比ⅠA水平复杂，但它们却同时出现，其原因正在于此：属于ⅠA 水平的受试者可能会简单地拒绝考虑无用的复杂情况，而处于ⅠAA 水平听从指导语的受试者则通过延伸最初的工具 P 来满足实验者的要求。

ⅠA 水平与ⅠAA 水平的受试者之间关系紧密的最好证据是，他们对所操作的行为的意识掌握。如果ⅠAA 水平的受试者比ⅠA 水平的受试者更了解他们推了哪些积木以及哪些东西施加了这些推力，那么当最后确定运动的承接次序和方向时（参看布吕）ⅠAA 水平的受试者并不好于另外那些受试者，他们对他们的动作所能记起的只是动作的结果。他们也不能区别积木的作用和他们自己的作用。

ⅠB水平和第Ⅱ、Ⅲ阶段

在5—7岁(有时要到8岁),我们可以观察到有两方面超过了前面所说的那些反应。情境Ⅰ:一般行为与ⅠAA水平相同,但受试者现在把中介物的连续动作看成直接传递链,而不再把它们看成P的简单延伸。这种常常很难确定的细微差别在情境Ⅱ和Ⅲ中表现得最明显,在这两种情境中,P立即被施加到中介积木上,中介积木再作用于小动物。第二个进步是这些受试者不再尝试各种办法,而是马上朝着小动物移动积木。

例子(ⅠB水平)

莱伊(5岁6个月)　起初他忽略积木,然后将所有积木都引着向小动物移动。情境Ⅱ:他让旁边的积木与P平等,并让它沿圆弧向小动物扫去。*我让它走得圆一点,就像一个O形字母*。情境Ⅲ:往积木的右边推P,并在手帮助下,不仅向左边的积木推P,而且还将这三者一起向小动物推。

戈伊(5岁4个月)　他一开始就将全部积木向小动物推。你怎样做的?*它们中最大的那个推它们全体*。哪一个与小熊接触?*最后这个*。那个(P)呢?*它推这两个*(第一块和第二块积木)。那一个(第二块积木)呢?*它推那个*(第三块积木)。情境Ⅱ:通过移动立即成功。*这个大的推那个,目的是为了推那个小熊*。情境Ⅲ:P与左边的积木连接在一起,然后又和右边的积木连接在一起。虽然这三者都推小熊,但戈伊还是不得不用手纠正各种偏差。*我用那个推小熊*。让我看怎样做的。*你移动这两块积木,但不能接触它,只能接触那个*(P);*你必须把它们放在前面*。(他立起两块积木并使它们与P成90°角。)

曼(6岁4个月)　在情境Ⅱ中她没有取得成功,虽然动作笨拙,但表明了她的意图。*我必须把这个积木放到这儿,把另外那个放在那儿,下一个放在这儿,然后我推*。再尝试一次。她用P推第一个积木,等等。情境Ⅲ:她排成一排积木,但由于积木大小不等且偏斜不正,所以她使用手调整。

加恩(6岁6个月)　在情境Ⅱ中,他沿一条曲线排列;而在情境Ⅲ中,则沿一条斜线排列。不过,他用手调整偏斜而没用语言说出来。

戴恩(6岁7个月)　使用P取得成功,她没有回想起她是怎样纠正偏斜的。

所有这些受试者都显示出了ⅠB水平的共同特征:直接传递的长链以及弯曲路线和笔直路线(在他们的画面中经常被夸大)之间的差别。他们完全掌握了这些特点,但是对偏斜和随后的纠正还是不能掌握,尽管从此开始他们能清楚地区别开他们手的动作和积木的作用。

第Ⅱ阶段(7—10岁)在两方面取得了进步:第一是清楚地掌握了他们前推的方向,第二是能仔细选择正确的作用点。尽管他们的行为很简单,但不难看出,即使所用的方法相对比较简单,但受试者对他们反应的这两个方面所做的评价还是合适的。

例子(第Ⅱ阶段)

阿马(7岁4个月) 与另外一些7岁的儿童相似,关于情境Ⅱ,她说,*我一直在设法确保这个地方(积木)不超过(绕过)猴子*。你是怎么处理P的?*像那样(靠近中间)*。情境Ⅱ:*我注意不使这块小积木向右推得太厉害,以防它滑过……我在中间猛推它,让它往前走*。然后她转动积木,让它斜对着猴子,并说,*它们必须像那样相互接触,否则就不起作用*。你能用P来接触你想接触的任何一边吗?*不能*。(她重复这个动作,并演示P应放的地方。)情境Ⅲ:*不能让积木滑过,不然我们就够不着另外那些了*(她用P纠正偏斜),等等。

斯图(7岁7个月) 演示(情境Ⅱ)如何用P使积木转动。*你必须很谨慎地把它放在正确的位置*。

奥利(8岁整) 你找什么?*放这根木棒(P)的地方,为了使它能与积木保持接触并适当地转动*。

处于第Ⅲ阶段的受试者经常用因果关系来说明作用的方向和作用点。

例子(第Ⅲ阶段)

弗拉(10岁9个月) *你从旁边稍微推一下,好像又加了一点重量。至于传递,一个小作用力开始于手,从一个运动物体到下一个*。

汤姆(11岁9个月) *如果我在中间拿它,它就像一架天平(处于平衡中);如果拿它的一边,它也像一架天平(处于不平衡中),它会掉下来的……好像木棒中间有个轴,它能转动*。

在进行总结的时候,如果把我们考察的发展情况同另外两位作者的发现加以比较,读者可能很感兴趣。A.雷伊(A. Rey)①呈现给他的受试者两个静态积木。每块积木上都有一条狭槽和一根滑动杆。这两块积木相距很远,以至于第一块积木的滑动杆够不到第二块的杆,除非在它们中间加上一条或几条不同长度的长片。3岁6个月至4岁6个月的受试者找不到解决办法,有些受试者则把最长的长片塞到两块积木之间而不是两根滑动杆之间。4岁6个月至5岁6个月的受试者(可比作我们实验中的ⅠA水平)直到给他们用直尺做示范时才能解决这种问题,因此他们就用滑动杆来代替。处于

---

① 《儿童的实践智慧》第四章,1934年。

ⅠB水平(5 岁 6 个月至 6 岁或 7 岁)的受试者经过几次试误或从实验者那儿得到线索之后,才根据经验来解决问题。处于ⅡA 水平的受试者(7－8 岁以及一两个早熟的儿童)马上就能成功。

T. 穆努(T. Mounoud)在他的《儿童玩具的结构》(1971 年)中告诉我们,他要受试者在六根长度不同的木棒中选一根或几根来推动一个物体并使它横穿桌面。其中有一根木棒是直的,另外那些以不同的方式弯曲成直角。穆努记录了三种类型的反应:任意地选择木棒(但逐渐地倾向于较大的木棒);只用那根直木棒(因为它"比较直"或"比较长");不管怎样弯曲都选择较长的木棒,另外那些好像"太小"了。总的来说,穆努发现,2－4 岁的儿童倾向于把物体与动作结合起来;4－5 岁的儿童(我们实验中的ⅠA 水平)倾向于使动作和物体结合起来;6－7 岁的儿童(我们实验中的ⅠB 水平)则倾向于接受传递(穆努称之为"相关的"),并适当地注意物体和动作各自的力。不管有没有这种完善的结合,他的基本传递基础必定是(手的)工具性延伸,这是由于在这种结合过程中没有把客体与主体区分开,在设计的过程中没有把主体与客体区分开,在我们看来后者和前者是一样的。对比之下,在我们实验中的ⅠB 水平出现了间接或"表面上直接"传递的真实形式。

尽管在穆努实验中工具与客体之间没有中介物,但作者的发现与我们的研究基本一致。因此,更为有趣的是,我们发现,对于穆努实验中的受试者来说,工具最初只不过是受试者的动作或身体的延长,只是到了ⅠB 水平工具才变成了中介物。

这迫使我们研究这种发展与儿童对有关过程智慧掌握发展之间的关系。因为这种掌握是儿童对他的动作积极控制的结果,所以在ⅠA 水平它不会出现,在这一水平唯一积极而有意识的控制就是(在积木实验中)中介物与(用来延长工具 P 的)单块积木或(小球实验中的)程序变化的联结。通过比较,从ⅠB 水平开始便出现积极的控制,并通过它而掌握系列的次序。这样的控制迟早会导致协调的提早出现以及随后ⅡA 水平传递的出现。

第四章　砝码与桥

一、砝码的问题[1]

在这项研究中，我们试图探明年幼的受试者如何运用一些金属立方体和短的“板条”解决在两座“山”（盒子）之间建桥的问题。待桥建成后，这些年幼的受试者将能从上面驶过一辆微型汽车。姑且不论小汽车开出的便捷途径问题（“驾驶”这辆小汽车沿一只盒子的面下来，然后再沿着另一只盒子的面上去或者像建造一个总体的桥墩一样，用什物将两只盒子之间的间隙填平），我们发现，这些儿童对于砝码的运用是不成熟的，而且他们对于压力效应的概念化过程也是有趣的。这便为我们提供了一个在下述情景中分析儿童意识的把握（grasp of consciousness）的极好机会，在这个情景中，物体不仅要适当介入一些简单的建造活动（譬如开辟一条登山小径）[2]，而且还要发挥像弹弓那样的能动作用。

给予受试者两只大小相同的盒子（它们分别代表被一条河隔开的两座山），并要求受试者把不同重量的物体（一个人、一只兔子或者一辆汽车）从这座山运到那座山上。为此，另外又给他们一些不同长度的“板条”（木条、金属条或卡片纸条），一把塑料尺，一些铜或铝的立方体，做模型用的黏土与软木塞。立方体的尺寸大小相同；不过，在后来我们又根据情况需要加上了一些大一点或小一点的。

一开始先把两只盒子平放，以便受试者能够运用所给的立方体建造一个桥墩，并架起一座由两根板条搭成的桥。继而又把两只盒子竖立起来，垂直放好，于是，这些立方体也就不再完全达到上述效果了。这样，受试者就不得不将两根板条稍微往外推移，以超出两只盒子的边缘（这将迫使他们去解决一个最基本的平衡问题），然后就把第三根板条放在上述两根板条的悬空端（free ends）上面。要不然就再把这两根板条向外推出一点儿，并漫过“小河”，这样就需要在放下第三根板条之前在它们的另两端加上砝码来确保其平衡；或者将一个砝码放在一根板条的一端，使其保持平衡，继而把第二根板条

---

① 与 M. F. 格莱文（M. F. Graven）合作。

② 见《意识的把握》第五章，劳特利奇和凯根·保罗（Routledge & Kegan Paul）出版社，1977 年。

放在前者的另一端上，这样也同样能达到上述效果。正如我们所看到的那样，每一种解决办法都引起了一些特殊问题的发生，虽然我们在先前对因果关系及重量概念的研究中已经熟悉这些问题了，但我们现在还是就儿童能够自由运用其实践智慧的背景作一考察。因为在这种情形下，儿童的概念化是他刚刚完成之行动的直接反映。

ⅠA 水平

例子

劳伍(4 岁 4 个月) 他说，*我们必须做一根板条*(他把金属条放在桌子上，处于两只盒子之间，然后用一根长木条与一根卡片纸条将其盖住，再把一个“人”放在上面)。*可是底部有水啊*。(他在那些板条上并列放上了四块立方体，然后将两块叠放的立方体组成一套，这样就形成了两套立方体。)你还有别的主意吗？(他将一根板条斜倚在其中一只盒子上，把另一根板条横放在这两套立方体上面。)两只盒子垂直而立。为了增加支柱的高度，他在上面加了两块立方体，然后又加上了四块，并在顶部横放上卡片纸条。*这个小孩可以站在那里*(在卡片纸条上)。可是，劳伍显然对此并不感到满意，于是他便在两只盒子的上方又横放上两根板条(木条与卡片纸条)，但没有去调整板条伸出的长度。结果以倒下而告终，经过调整，获得成功。这时，他试图用一根金属条来建造这座桥，还是倒下了。于是他便用一根金属条与一根木条，并在上面放上卡片纸条再来尝试。你是如何成功的呢(使桥稳定住)？*我想，我们必须放下这一根*(木条)*与那一根*(金属条)。为什么？*因为它们是要起支撑作用的*。如果我去掉那一根(金属条)会怎么样呢？(他在两只盒子之间横放上木条与卡片纸条。)这样安全吗？*不，我们得用那根金属条来将它支撑住*。还有别的什么办法吗？(他把一块铜立方体放在向“小河”伸出的卡片纸条一边。)后来他停止这样做，并且在“小河”的中央叠放四块立方体，但高度还是不能够达到板条。

本恩(4 岁 11 个月) 她先在桌子上的两只盒子之间放上一块立方体，然后又倚靠上两根倾斜的板条，这样，“人”就能够从上面过河了。随后，她把立方体堆起来，恰巧达到盒子的高度，并且靠在其中一只盒子上，不过这样还是重蹈覆辙。你不能建造一座更高一点的桥吗？*不行，那样会倒下的*。不过，这次她将一根卡片纸条与一根木条分别放在两只盒子上，各使其 1/3 漫过“小河”，然后，便将一根金属条横放在它们上面。在这根金属条掉下来以后，她又以木条代之。由于无法建造一座完整的桥，她明显地表现出至少保证一边平衡的想法，为此，她便放上第三根

板条,并稍微伸出一点。你为什么将那根金属条放到那里?*要不放在那里的话,它是不会在那个地方稳定住的,因为那里没有什么东西能将它支撑起来*。哪里?*这里*(中央部位)。怎么办呢?(她在那些刚刚放在盒子边缘上的板条上面放上两块立方体,这就意味着,她可能已经开始从运用砝码的角度思考这个问题了。)它们有什么用途吗?*有,可是我没有更多的板条放在上面了,所以*……(又给了她一些板条。)她在每一边上叠放两根板条(伸出的长度为总长度的1/4),并在上面各放上一块立方体,然后再在立方体上面放上一根板条。

依萨(4岁8个月) 他用一只手握住一根板条,然后,再在两只盒子中间托起两根(不与盒子的两边接触),最后还是把它们放下了。继而他便在"小河"的两边各叠放两块立方体,再用一根板条把它们连接起来,并加上一根斜的板条,以便于汽车下"桥"。垂直放置的盒子:起初的动作与前面的动作相差无几,然后他便在一只盒子上(只是在一只盒子上)放上一根稍微伸出一块的板条。

巴斯(4岁10个月) 他在每只盒子上各放上一根板条,并用手将它们接合在一起,然后就在中间部位建造一个桥墩。当盒子垂直放置的时候,他试图将两根板条(木条与卡片纸条)接合起来,结果倒下了。这时他不去用手把其两端接合在一起,而是放下两个砝码,一个是铜立方体C,一个是铝立方体A。你怎么想起这样做的呢?*因为它们重*。如果我们用软木塞来代替A,情形会怎么样呢?*那样会断裂*(倒下)。不对,*那样是会稳定住的,并不会断裂,因为那并不重*。如果软木塞和铝砝码以及板条处于平衡状态的话,他就说,*它有点硬,会压倒的,它会像这样支撑着*(像在起初时支撑的那样)。但是,当他重新建造这座桥的时候,他便在那根木条上放上两个砝码:将C放在木条在盒子上的一端,软木塞放在木条的另一端。这样一种结构最终还是倒下了,*因为它并不重*,好像放在两只盒子之间的砝码更重一点会支撑得更牢固一样。

摩尔(4岁9个月) 像劳伍和巴斯一样,他将一些砝码放在两只盒子之间。他开始(在为平放的盒子建造好了桥墩之后)调节金属条和木条,直至它们取得平衡。但是,他却不能讲出他这样做的理由:*我只是知道这么做*。如果一定要你做出解释呢?*我必须放下这一根*(木条),*然后再放下那一根*(金属条),*最后再放这一根*(放在金属条上面的卡片纸条)。如果我们把这根木条伸出盒子的边缘一块(无充足的支撑物)会怎么样呢?(他放上一个铜砝码。)*这样很牢固。我得放下这个铜砝码,它会压住的*。你能够用软木塞代替吗?*不行,它不很牢固。因为它不是用金属做的*。为什么用铜立体就能压得住呢?……他将卡片纸条放在金属条与木条上面,并且将铝砝码(A)放在两只盒子中间。如果我们用软木塞(而不是砝码A)会怎么样呢?*那样不行,太不牢固了*。那么用这一个(黏土的)呢?*我想这样也不行。它本身就决定了不太坚固*。

珂拉(4岁7个月) 她把木条与卡片纸条分别放在两只盒子的边缘上,并且

将它们抓在手中，将其慢慢滑动，直到双双取得平衡为止。然后，她把金属条横放在它们的中部，并观察结果，惊呼，*这样不行，金属条太重了！*她把它们重新恢复平衡，并且把卡片纸条放在其中部，但是，她却不能对此做出解释。如果我们动一下这根木条（实验者挪动该木条少许）会怎么样呢？*那样会晃动的。*你是怎么知道的呢？*我刚刚做了，这全是我个人发现的。*实验者用卡片纸条向她演示各种使该纸条稳住或者掉下的方法。她将其重新恢复平衡。这样为什么不会掉下来呢？*因为我在做的时候非常小心。*珂拉随后再平衡木条与金属条。你动过什么东西了吗？*没有。*或许你动过这一根。（她肯定地点点头。）

涯尔（5 岁整）　她用立方体将盒子之间的空隙填满，然后在一只盒子上放上一根板条，并稍微伸出盒子的边缘一块，再在另一只盒子上放上一根板条，但却伸出很长的一截，结果倒塌了。她把这些板条加以调整，并且把卡片纸条放到那两根伸出的板条两端之间，还是倒塌了。它们为什么会倒塌呢？*因为卡片纸条与木头是不一样的。*你的意思是什么？*这一根是灰色的，木头是黄色的。*她用一根木条与一把塑料尺再次尝试，并且用另一根木条横跨其中部，成功了。这样为什么会支撑住呢？*因为这两根是一样的。*这样牢固吗？*不很牢固，因为这把尺子支撑得不很稳。*为什么不稳呢？*因为这把尺子是用塑料制成的。*她用手抓起一根木条的一端之后，又加上了一根小金属条。*我们必须把这一根放在这里，因为它稍微有点重。*这便使她产生了把立方体用作砝码的念头，于是，她挑选出了那些最大的立方体，*因为它们当然地更重一些。*但是，为了使得其中的一根木条保持稳定，她便在被支撑部分的上面放上一块重的立方体，在未被支撑部分的上面放上一块较轻一些的立方体，第一块旨在固定位置，而第二块则在于防止倒塌！*如果在放该砝码的时候，动作非常仔细，那么，板条就不会倒塌。*

卡特（4 岁 10 个月，再一次测试在 5 岁 3 个月）　她首先放下木条与卡片纸条，然后在它们的中央部位之间放上一根金属条，上面再放一块黏土板，其意图或许在于尝试一下该结构的效果如何。尽管她所搭的桥倒塌了，但她仍然在金属条上放上一块铜立方体、三块铝立方体等继续搭桥。其后，她将所有的立方体向盒子方向滑动，然后移动回中部，最终在上面又放上一块铝立方体（*由于太重，掉下来了*）和那个软木塞（*由于太轻，掉下来了*）。她突然想出了这样一个主意——把立方体放在用盒子支撑着的那部分板条的上面（砝码），结果成功了。这时，铝立方体与铜立方体之所以固守其位，是*因为它们重，并需要用它们将所有的东西都支撑起来。*用软木塞如何呢？*那不行，因为它太轻了，会倒塌的。*这样看起来，她似乎已经达到了ⅠB 水平。当在她 5 岁 3 个月再次进行观察的时候，起初这一印象仍可得到印证。但是，当车的重量造成由两根木条搭成的桥倒塌的时候（每一根均覆盖着两根金属条），她便把一块大的立方体放在一根木条上，一块较小一点的立方体放在一根稍厚一点的木条上。这样车能过去吗？*不能。*她将一块黏土板放在这根

木条悬空的一端(在两只盒子之间)。你为什么把它放在中间?……桥倒塌了,于是她又重新开始,并且声称,*因为以那种方式来建更好一点*。

罗伯(5岁10个月) 他也把一根金属条与一块铝立方体放在被正确地放置的木条与卡片纸条的两悬空端。当桥倒塌了以后(*它太重了,不能支撑住*),他便决定用桥墩将它支撑起来。然后,他便再去求助于将板条往外伸出一块的方法。随之实验者将板条来回挪动,并且问:为什么它们在某个时候能稳定住,而在另外一个时候倒塌呢?*它太轻,因为你使它*(与另一只盒子)*离得越来越近了,并且它*(木条)*也太轻*。如果用像那样的一根(金属条)会怎么样呢?*也不行,因为它薄,如果厚一些的话,就会撑得起来*。

甘恩(6岁8个月) 在对如何利用桥墩等的问题上,做出了各种各样的尝试之后,她便放下两根均伸出一块的木条,然后再在它们的上面放上一根卡片纸条。这根纸条之所以能保持稳定,是因为它比另外两根板条轻一些,这标志着ⅠB水平的出现。但是不久以后,她运用两根均向外伸出一块的金属条,并且在其上面放上一根木条,说,*这样也会支撑住的,因为木条比其他两根金属条更重一些*。失败以后,她便把一根木条的末端放在另一根木条的末端上,并且把砝码放在相背的两端上。然后,她在两根板条相连接的部位又加上两个砝码,以使整体的稳固性得到"加强",这就预示了桥再一次倒塌的命运。

这些受试者的特点是,当他们最后运用使板条伸出一块的方法时,便能够通过调节板条伸出的长度来使其取得平衡。然而,他们却不能领会他们的策略成功的理由。而且,虽然有些受试者在某些情景中已经开始考虑甚至有时还实际运用砝码的问题,但是他们的动作以及他们的概念化表明,他们将砝码的拉力与它的固定功能混为一谈,也就是说,他们还没有系统地掌握重量关系。

我们必须首先去辨明这种区别ⅠA与ⅠB水平的方法,在这种方法中,重量关系开始被应用于动作中。同样地,我们也可以依其是否运用砝码将这两种水平加以区分。但是,一方面,砝码的用途对于4岁以后的受试者来说是太平常了,以至于我们无法从中分辨出一种更高一级的发展水平。本恩(以及另外一些)的例子表明,在各种板条之叠放(*因为那里没有什么东西能将它支撑起来*)或立方体的胡乱堆积同恰到好处地运用砝码之间,很可能有一个中间阶段。另一方面,重要的不是砝码的问题,因为在这里,砝码仅仅是将板条两端压在盒子上这样一种手工动作的拓延,这同对于它的解释是一致的。显然,在这一方面,处于ⅠA水平的受试者的概念化反映出一种关于重量的非相关的概念,这便是他们最为典型的特征。

在对这一点进行详细分析之前,我们先来看一下这些受试者所作出的最简单反应的积极方面。一旦他们发现没有任何一根板条可以直接用来连接两只盒子,那么,他们的最初反应(劳伍和本恩)就是把板条与立方体放在桌子上的两只盒子之间(忘记了建桥是为了让它下面的水流过去)。如果有必要的话,他们还会再加上一些倾斜的板条或

阶梯,以便于人或汽车顺次沿一只盒子上去,再沿另一只盒子下去。他们的第二种反应即是在两只盒子之间堆起一堆立方体来支撑这两根板条,从而建造一座水平的桥。当盒子平放的时候这种桥是非常容易建造的。但是,当它们垂直放置的时候,就需要有另外一种解决办法。这样,真正的问题也就出现了:受试者必须对其设计进行仔细调整以使这些板条取得平衡。

诸多反应的最为重要之处在于,虽然他们成功地使外伸的板条取得平衡,但是却不能领会这一成功的理由。于是,摩尔的解释便是,*我只是知道这么做*,而且他认为,平衡依赖于板条的材料。此外,如果伸出的部分过长,他总是将砝码放在不该放的一端。珂拉意识到,如果伸出的部分太长,*那样会晃动的*。但是,当问她如何才能避免这一现象时,她只是回答,*我在做的时候非常小心*,并且庆幸*这全是我个人发现的*。罗伯已接近6周岁了,他声称自己已运用了重量这一概念,但是,他对重量的理解却是完全错了。如果板条往外伸出太长,它就会倒塌,这是因为它*太轻*(木条)或者*太薄*,*如果厚一些的话*,*就会撑得起来*(金属条)。在对因果关系的早期研究中,我们将一把尺子放在桌子的边上,并使之超出桌子的边缘一块。4—5 岁的儿童知道,当这把尺子伸出桌子的边缘接近总长度 1/2 的时候,它就会跌落下来,但他们最初的解释乃基于对称性(伸出去的一块*稍长一点*),并且在 7 岁以前,对重量的概念也尚未理解。在现在的事例中,物体(板条)远不如一把薄尺子长,并且板条也不是逐渐向外伸出的,这样,动作的概念化根本就没有涉及对称性。

一旦这两根板条取得平衡,必须还要将它们连接起来,因为它们都太短,不能构成一座桥。这样,儿童也就很自然地在使得这些板条取得平衡之前或之后运用各种各样的操作手段:他在两只盒子中间握住一根板条,看看它是否太短;或者他将两根板条相对推动,并用两根手指把它们夹在一起;或者(这对于砝码的运用来说是一种根本性的准备)他把这两根板条的另两端压顶在两只盒子上。经过这些尝试之后,他得到了两种答案,这两种答案均为我们刚刚描述过的操作手段的直接拓延:或者他可以把这两根取得平衡的板条同第三根板条连在一起,以完成整座桥的构建;或者他可以把这两根板条继续往前推移,并借助于砝码来使其保持稳定(当然也可以把这两种方法结合起来运用)。

现在,这些受试者建桥尝试的第二部分向我们提出了一个特殊的问题:他们的动作和概念化都是不适当的,我们希望知道,这是由于缺乏适当的概念而妨碍了他们的行动,还是因为不能以适当的方式行动(如果这种不适当的方式不是出于偶然,将更易造成失败,这说明了他们概念化的不适当)。正是在这里,他们对于砝码的运用才特别富有启发意义。

甚至在处于平衡状态下的两根板条上面放上第三根板条,其意义也是非常巨大的。例如,劳伍曾将一根金属条放在一根木条与一根卡片纸条上。他是没有考虑它们的相对重量,还是仅仅想去从上面压稳那些原来的板条?他的后继反应表明,他是属于后

一种情况，因为他后来用一块铜立方体来取代那根金属条，并把它放在那根放得稍低一点的板条上面。本恩、珂拉与卡特也将金属条放在另外两根板条上。至于罗伯，他千方百计地想加上一块铝立方体，其意图明显是想用其重量来稳定其他部分。在这一尝试失败之后，他却争辩说，*它太重了*(像珂拉所说的那样)，这实在是一个极为明显的矛盾。对此，我们将在下文加以探究。

但是，需要首先予以强调的是，处于ⅠA水平的每一个受试者都运用了砝码，但他们将砝码不仅仅放置在板条搁在盒子上的那两端上，而且也放置在板条悬空的两端上。唯有本恩是例外的情况，对她来讲，立方体只是板条的取代物而已，其想法(这一想法很好地解释了她赋予砝码的作用)是，在盒子的边缘堆放的板条越多，其支撑效果也就越好(例如，罗伯要求一根“厚一些”的金属条)。因为不管平衡的状态如何，沉重的物体总是能固守其位的。这恰恰解释了劳伍将一块铜立方体放在卡片纸条悬空端的理由。巴斯将铜立方体与铝立方体当作真正的砝码来用(*因为它有点硬，会压倒的*，等等)，并继续在木条的悬空端加一块软木塞。如果他所搭的桥倒塌了，他便明确地说出，*因为它并不重*。摩尔与卡特做出相似的动作。渥尔最终的解决办法解释了在这一水平上砝码用途的多重性：她将一个重砝码放在板条靠近盒子的一端上面，将一个轻一点的砝码放在它的另一端，并希望第一个能使桥保持稳定，而第二个由于它轻一点，因而也就既能协助第一个保证桥的稳定，又不至于导致这一结构的倒塌。

我们如何才能够解释这些令人吃惊的相互矛盾的动作以及任意地把砝码看作具有压倒或稳定作用的那种东西呢？为了回答这个问题，我们必须探究一下受试者本人的动作，因为只有从这些动作中才能发现这两种相反的功能。那些在早期学会通过压一个物体而能把它推倒的儿童，对于砝码将导致物体下落这一事实是相当熟悉的。但是，砝码之保持物体的稳定同防止物体的倒塌是两种不同的经验，而儿童认为，这两种经验都基于同样的按压动作(在目前的例子中，这种按压动作起初表现为用手，后来则是用一块较重的立方体将一根板条压在盒子上)是荒谬的。对儿童来讲，这意味着这种不明确的动作绝对是由一些特定的物体引起的，而且到目前为止，对于这些物体之间的相互作用尚未做出任何合理的假设。事实上，任何儿童的动作均产生于这种错误的绝对肯定与单向性的原动力，这种绝对肯定反映的是其自我中心的观点。随之而来的结论便是，如果他的手具有在任何一端举起一根板条的力量，那么，作为该力量之替代物的砝码也将会发挥同样的作用。

如果支配儿童动作的格式是正确的，那么，无须说，这些动作的意识掌握将会引起某种概念化的发生。即使这种概念化反映的是动作，它也将通过把砝码效果说成是一种内存于物体属性品质之中的某种力量而不是把它说成是它们之间相互作用的结果这一手段来加强它们之间非相关的特点。这便能够解释巴斯混淆“重”与“硬”的原因：*它有点硬，会压倒的*。而摩尔则把“重”跟“牢”相混淆：*软木塞不像金属那样牢固*。而且，黏土比软木塞更不坚固，因为*它本身就决定了不太坚固*。渥尔甚至离得更远，以至于把

物体的重量同它的一般属性等同起来：一根板条会稳定住另一根，这是因为它们*是一样的*，而卡片纸条同木条颜色是不一样的，所以，它就不能取得上述的结果。在这些情况下，受试者显然不能理解并运用这些相互关系，而这些相互关系却使受试者理解，一件物体之所以在一种方向上起作用，是因为它比另一件重；如果在相反方向上起作用的话，那就说明它比另一个要轻。尽管如此，处于这一水平的受试者也确实做出了某些积极的尝试，例如，调节板条伸出的相对长度从而使得板条在盒子的边缘上取得平衡，或者去成功地调整砝码的压力。然而，同表面现象相反，这些局部的成功绝不伴随着相关的概念化。这样，当罗伯说*它太重了，不能支撑住*并以此来解释他的桥（用卡片纸条与木条搭成，上面放有一根金属条与一块铝立方体）倒塌的原因时，似乎他已经掌握了重量的功能方面的道理。但是，时过不久，他又把桥的再一次倒塌归因于木条之轻。同样地，巴斯认为，桥之所以倒塌，是*因为它并不重*。换言之，这些受试者都认为，一件物体的压力可因另一件物体的压力作用而有所增强或相互抵消。但是，由于这种压力具有双重作用并具有相互矛盾的效果，因而，存在于物体之间的最终关系就不可能前后一致。

ⅠB水平

恰当的相关首见于ⅠB水平。

例子

派革（4岁4个月多一点儿）　他马上将板条分放在两只盒子上，并将其悬空端握在一起。然后在其交会点下面建造一个桥墩。盒子垂直而立的时候，他试图分别使每根板条取得平衡并取得成功。为什么这样就能够保持直立而稳定呢？*这是因为以前（那时板条伸出太长）它并不重，现在它能支撑住了*。当板条上升到这里（正好横放在盒子上）的时候，*它支撑得更为牢固一些*。如果我们把山分离开，会怎么样呢？（他把汽车像砝码一样放在一根板条被支撑的一端。）*这样支撑得更好一些*。为什么呢？*因为汽车比我的手重*。（恰在此时，一块立方体从桌子上掉下来。派革把它捡起来，放在板条上。）*这样会更好些，它比汽车更重*。然后，他抽出板条，这样，一根板条的一端就会倚靠在另一根板条的一端上。他把砝码放在受到盒子支撑的一端，而不是放在予以支撑的那根板条上。倒塌之后，他便将一块铝立方体放在恰当的板条上面，并且添加了一块软木塞，并说，*我们必须在这里放下两个*。难道只用这块软木塞就不行吗？*是的，它不够重*。为什么必须得重一些呢？*只有重一些的时候，支撑的效果才会更好一些；软木塞并不重，但铝比木头重*。

奈武(5 岁 3 个月)　他是以建造桥墩开始的。当他继而运用伸长板条的方法时，首先表现出处于ⅠA 水平的反应：他将一根板条的一端靠在另一根板条的一端，并且试图在它们上面放第三根板条而将其“连为一体”。而这一结构的倒塌显然给了他一个很好的教训，因为他把一些小块积木以及立方体叠放到起支撑作用的板条靠近盒子的一端上。随后为保证一只兔子能从两根(木头)板条上过去，他便把小汽车当作一个砝码，*因为它比板条重一些*。这个小人也能这样(过去)吗？*我觉得不行，必须得加上这根板条*。然后，他便把这根板条放在这两根板条的交会处，这样，便又复归到ⅠA 水平时的动作。但随后他又在恰当的位置上加上了两根板条以及那辆小汽车，*它比那些薄木片重多了*。15 天以后，便发现他可以马上建造起一座交搭起来的桥，并且用一块铜立方体来稳定住它，*因为它要比板条重一些*。为了使汽车通过，他又加上了几个砝码。

拉科(5 岁 11 个月)　她立刻放下一根往外伸出一块的板条，然后把早已由一个砝码固定好了的第二根板条的一端靠在前者的一端上。在另一边不要放一些立方体吗？*不要，它自己能支撑住*。兔子是顺利地通过了，但是，为了使汽车通过，她又添加了几块立方体。不过，这一次是加在另一边。为使这一结构更坚固，她用上面覆有木条的金属条来代替那两根木条。为什么这样就不倒塌呢？*因为木条覆在金属条的上面，而且，这些立方体又压在它们的上面*(事实上，她在中间木条的两端压上了两块小立方体)。如果我们把这两块(立方体)拿走的话，它们还能支撑得住吗？*不能，那样会倒塌的*。这样，她就表露出了ⅠA 水平行为的某些痕迹。然后实验者向她出示两根同等长度的板条(木条与金属条)。第一根比第二根伸出得长一些，*它(木条)应当有一个更重一些的砝码，因为它伸出得更长一些*。如果这样(伸出的长度相同)呢？*砝码也应该相同*。(实验，金属条倒塌。)*这个砝码不够重*。但是木条稳定住了，不是吗？*另一块立方体重一些*(错误)。(把它们全然调换过来，再次倒塌。)*这是因为金属条不像木条那样重*。这便是它倒塌的原因吗？*是的*(ⅠA水平行为的新颖残余)。把这些板条一一称过之后发现，*金属条更重一些*。那么为什么它不能稳定住呢？……

尼克(6 岁 2 个月)　他先在两只盒子之间填上一些东西，然后建立起两个桥墩，并认为除此之外别无他法。继而，向他出示一根向外伸出很长一段的板条。为什么它会倒塌呢？*因为得需要点什么东西来支撑住它*(他放下一个砝码)。有使板条全凭本身而得以稳定的办法吗？*木条的大部分必须伸到山上。而目前，在山上的木条比伸出去的木条要短，而且比伸出的木条的重量要轻*。那么，为什么立方体能把它们支撑起来呢？*因为它是金属的，它重些*。比什么重？*它不比别的重，但它仍然能够支撑得起*。兔子能够通过吗？*不能，它比木条重*(即比板条重，而不是比压住它的立方体重)。他用一根板条重新建造这座桥，将这根板条伸出的一端放在另一根板条上，而且他在两只盒子上面都放上砝码，在被支撑的板条上放上了几个

砝码。为什么这样呢？因为它必须得比木条重一些。但是，当要他用软木塞来代替这些砝码的时候，他却说，不行，因为那一个轻一些，板条会掉下来的。呀！不对，这根板条是由另一根板条及那块立方体支撑起来的（这意味着其上面的砝码可以去掉）。

维厄（6岁8个月） 立即运用砝码，可对她的行为却作如下解释：板条没有重到靠自己稳定自身的程度，这便是我们必须放下某种重东西的原因。

法瑞（6岁7个月） 她仍然将一根金属条放在两根木条上，不加任何砝码（ⅠA水平的反应），再将一些板条放在靠盒子的两端上，发现往外伸出的板条不会跌落下来，因为它离山相当近，而且发现砝码必须比这些板条与无支撑的板条上的那个人重一些。另外，当一根板条支撑另一根的时候，她拒绝将砝码从第二根板条上拿下来。实验者用软木塞来取代砝码，法瑞对此感到惊奇，也许它能够支撑住，因为它仅有很小一点重量，木条一定比软木塞轻一点。

鹤瑞（6岁11个月） 他具有同样的反应。他拒绝用一块软木塞来取代放在被支撑的板条上面的金属砝码，这样是支撑不住的，因为软木塞很轻，而木条稍微重一些。看（实验），它不会落下来的，因为软木塞比木条重一些。如果我们把软木塞放在这根板条的位置，把那块金属立方体放在这里的话，会怎么样呢？那样很好，因为那一块金属立方体比软木塞重一些，这一块也差不多同样重，但是，我不知道这样能不能支撑住。这两个砝码中的一个必须要重一点吗？它们能不能一样重？我不知道，但是，如果我们放下这些（两边都放上金属立方体）会更好些，因为它们重一些。

摩渥（6岁7个月） 她直截了当地说，往外伸出的板条会跌落的，因为没有足够的长度来支撑它（桌子上）。然后，她放下两根板条，其中一根部分地覆盖着另一根。像鹤瑞一样，她在两边各放上一个很重的砝码。我们可以（从被支撑的板条上面）拿掉这一个吗？不行，那样会晃倒的。砝码必须在两边吗？是的，我们不能将它们拿掉，因为那些（在那根起支撑作用的板条上面的）砝码不能支撑所有的东西，兔子也太重。看。（很惊奇。）它们为什么没倒塌呢？因为这根（被支撑的板条）仍然很长（长出的那部分仍然放在盒子上），并且也由于这只兔子太轻。如果我们放上一块立方体的话，那么，我们得作何考虑呢？考虑协助板条的那块立方体的重量。你认为应该怎么样呢？我们得看一下它是否能够支撑得起。它必须比哪件东西重？它必须比这一块（较轻的立方体）及这只兔子重些。在木条与金属条上放上同样大小的砝码。这样能支撑住吗？不能，因为这一根（金属条）太重了。因而我们必须得考虑其他什么吗？是的，要考虑板条的重量，以及将要协助板条取得稳定的立方体的重量，因为我们必须得添上某种东西。

这一过渡阶段的特征从动作方面来讲，就是通过自发而迅速地运用砝码使伸出一块的那些板条取得平衡；而从概念化方面而论，就是处于萌芽期的重量意识。这些方面

的发展值得我们认真仔细地考虑。

这样，尽管在所提供的实际解决办法方面有了长足的进步，但还是存在着相当多的问题。一方面，ⅠA 水平的动作残余会经常表现出来。奈武已具备了把一根板条的一端放在另一根板条的一端上（非常平常）的观念，他感到，自己能够通过将一根短小的金属条放在这两根板条的交会部位来增加其稳定效果，似乎增加的重量是某种黏合剂（不过，我们还是把奈武作为达到ⅠB 水平的受试者来对待，因为他继而把“比……重一些”的关系应用到砝码以及由砝码所支撑的板条之中）；尼克在用砝码使得两根板条取得平衡之后，又加上了第三根板条，不过第三根板条既没有触及任何一只盒子的边缘，也没有碰到在这根板条的两端所加上的砝码，因此便对整个的结构形成了威胁；法瑞在那两根较轻且外伸的板条上又加上了一根金属条；等等。因此我们就获得了这样一种印象，即尽管这些受试者企图使这些砝码发生联系，但是，他们起初还是没有摆脱这一观念（ⅠA 水平），即砝码同时具有支撑与推倒之双重作用，尤其是它能够保持自身的稳定。另一方面，我们现在几乎又遇到了那种一般性的反应（不过拉科开始时和尼克结束时的情况并非如此），即将砝码既放在起支撑作用的板条上，也放在被支撑的板条上，并且认为两个砝码均是不可或缺的。出于同样的原因，拉科用了两根金属条取代由重砝码压稳的两根板条。其他反应（在一边或两边叠放板条，等等）也同样反映出这种一般的趋向，即认为砝码的压力必然是随着板条压力的增加而增加的。

在考虑这些动作的概念化时，我们发现一种显著的进步，以及对一种不完全正确的关系的认识。首先取得的进步是在甚至属于ⅠA 水平的实践中对于部分或者全部所做事情的意识的把握：外伸板条的平衡。派革在 4 岁多的时候声称，当一根板条的一边覆盖住整个盒子的时候，它才*支撑得更好一些*。拉科在板条伸出更长一点的时候打算放上一个重一点的砝码。尼克清楚表明，受盒子支撑的部分必须更长一点，因为不这样的话，在山上的木条*比伸出去的木条要短，而且比伸出的木条的重量要轻*。法瑞与拉科所持的观点相同。摩渥认为需要用一根板条去支撑放在盒子上的那根。

尽管这一点包含单一物体之两部分的明显相关，而且即使这一相关通常用重量来加以说明，但这些受试者对于砝码与其予以稳定的物体之相关却表现了一种令人吃惊的进步。尽管派革只有 4 岁多，但他早就说出金属（砝码）比木头（稳定的板条）重。奈武说，*它要比板条重一些*。尼克说，*它比木条重*。这些*砝码必须比这些板条与无支撑的板条上的那个人重一些*（法瑞）。所有这些都证实了所涉及的重量的一种系统的相关。但是其意义如何呢？我们对重量所做的其他研究（除别的以外见下章）似乎表明，只有到了 7 岁或 8 岁的时候（ⅡA 水平以添加性与可逆性为特征），才认为一架天平上的砝码重量相等，该天平的每一边都以一种与另一边相反的方向运动，当天平两端的砝码重量相等的时候，天平也就处于平衡状态。那么，我们是否必须要设想，在砝码的问题上存在着一种对于相反效果之间数量方面补偿的早期理解，以及受试者必须去运用一块同样重或稍重些的砝码来保持板条的稳定（这是因为他的理解是，这一稳定效果是板条

自身倒塌倾向的反面)？这实际上是他的动作可能要揭示出来的(除去我们已提及的ⅠA水平的痕迹)，而且，以前的所有研究也都揭示了这一形式的不成熟的相关。但是，在这一特例中，概念化是解开这个谜的金钥匙。从一重物视情况或是倒塌或是保持稳定这一事实出发，受试者得出结论：砝码不但“协助”物体保持平衡，而且也必须要比物体重一些。根据经验他懂得，有效的协助通常是由那些比自己大的人提供的。

在受试者当中，有两位在这方面是相当清楚的。维厄说，*板条没有重到靠自己稳定自身的程度，这便是我们必须放下某种东西的原因*。而摩渥却解释说，在选择砝码的过程中，*要考虑板条的重量，以及将要协助板条取得稳定的立方体的重量，因为我们必须得添上某种东西*。“协助”与“添加”这两个动词意味着，这些受试者头脑中的想法是板条固有力量之加强。所以，在我们业已提及的残余反应(ⅠA水平)与这些尚未成熟的相关之间有着较大的矛盾，后者的基础不是补偿以及量的合成，而是(我们或许可以把它称为)动作的协同作用。

这一类型的概念化使我们回想起了我们先前在因果关系的研究之中看到的两种反应。在那项研究中，使一个球正好击中另一个球，在重复进行该实验时增加第二个球的重量。年幼的受试者们认为，这样一来，第二个球就会运行得更远一点，这是因为较大的重量一定会增加第一个球的效果。此外，当在天平盘里放上三个砝码，并要求儿童说出如果改换一个砝码，将会出现什么情况时，稍小一点的受试者将会用这一含糊其辞的论据来“解释”这些力量：这一个帮助了那一个，等等。

简言之，在这一水平出现的这些早期的相关往往是在心理形态学及生物形态学意义上对其伙伴动作的解释，而这些伙伴之间是能够相互帮助或相互妨碍的。在这个事例中，由于压力性质的含糊(向上或向下)所造成的最初混乱绝不会由于该实验用了两个或多个砝码这一事实而有所减轻：强者可以“协助”弱者来保持稳定。换句话说，板条的重量与砝码的重量运动方向是相同的，正如维厄所说的，这根*板条没有重到靠自己稳定自身的程度*。在一根板条的一端放在由砝码压住的另一根板条的一端上的情况下，这便解释清楚了儿童宁愿“协助”被支撑的那根板条而绝不去依赖起支撑作用的板条的“力量”的原因。

第Ⅱ阶段

这里有两根板条，一根放在另一根上。如果在上面放上两个砝码的确能够减少我们刚刚提到的那些因素，那么这种举动在ⅡA水平就应该消失了，因为ⅡA水平是一种关系动作水平。不过，其中可能会涉及另一种因素，即重量的中介传递，这是因为尽管砝码稳定了起支撑作用的板条，但它也会由于起支撑作用的板条的作用而使被支撑的板条获得稳定。我们知道，中介传递在第Ⅱ阶段仍然会引起诸多问题，而且，如果儿童

认为这里涉及这一类型传递的话，那么，他就不能掌握处于ⅡA水平的问题。因此，下述反应是极为重要的。

例子

盖夫(7岁2个月) 他立即对外伸的板条的平衡或掉落作了解释，并继而建造起了由两根板条搭成的桥。这两根板条是由两个砝码稳定住的，并且在它们的上面放上第三根板条。他没有使用软木塞砝码，因为它们比木头轻。然后，他将一根板条的一端放在另一根板条的一端上，并在起支撑作用的那根板条上面放了一个重一些的砝码。只在一边放上砝码行不行？(他将轻一点儿的砝码拿掉，发现桥仍能支撑住。)*这个砝码压稳这根板条，而那根板条则是由这一根支撑着的*。一根板条支撑着另一根吗？*不是的，起支撑作用的还是这个砝码*(在此之后，他又把那个小砝码放回到那根被支撑的板条上)。能把这些砝码换掉吗？*能，但那样的话，你必须将这根板条放在另一根上，这样反过来也是可以的*。

曼(7岁3个月) 她从先放下两个金属砝码开始，*因为这些砝码支撑着这根板条；如果没有它们的话，这根板条是支撑不住的*。能不能在这一根板条上(被支撑的)放一些做模型用的黏土来代替这个砝码？*它是不能支撑住的*。(尝试。)*啊呀，它撑住了！*用软木塞怎么样呢？*也能行，如果我们把这个铜砝码放在这里*(起支撑作用的板条)，*它就会支撑住，因为它*(这根板条)*支撑着另一根板条，用软木塞也一样*。(对那些砝码进行了调换。)*不行，我们必须把这一根*(起支撑作用的板条)*放在另一根的上面*。但是她却坚持认为，重要的是要在被支撑的板条上面放上一个轻一点的砝码。

凯哈(7岁9个月) 在建起了几个桥墩之后，他放上两根由砝码稳定住的向外伸出的板条，并且用第三根板条将其联结起来。兔子顺利地通过了，但是，在汽车通过之前，他又加上了几个砝码。当汽车也顺利地通过的时候，他作出结论：*每一边都承担一辆汽车的重量，这样桥所负担的重量就成了汽车重量的2倍*。实验者要求他用两根板条建造一座桥，并且只在一边使用砝码。他使这两根板条的两端在中心部位相重叠，在起支撑作用的板条上面放上一个砝码。然而，为了巩固这一结构，他又在另一根板条上放上一个砝码。再没有什么地方可以放下砝码吗？*是的，但是我们必须把兔子放在这一边，如果把兔子放在另一边，这个砝码就会掉落下来*。

杜瑞(7岁整) 同样的情境，他将一个大砝码放在该放的一边，将两个小砝码放在另一边。要求他只通过在一边加砝码而建造一座桥。他在起支撑作用的板条上面堆积起一些砝码。尽管他最终成功了，但还是重复运用了最初的解决办法。

布沃(8岁7个月) 尽管做出了相同的反应，但是看起来他却对这一关系有

着一种更好的理解与掌握。这根(被支撑的)金属条使得另一根(木条)掉落下来。如果这一根放在另一根的上面的话,那么就需要在下面的一根上加大一点重量。但是,在他让汽车通过之前,他先在被支撑的板条的两端都放上砝码。在桥倒塌时,他宣布,我对它一点也不理解。这个(放在起支撑作用的板条上面的)铜砝码比这只兔子与那根(被支撑的)板条重一些。

沃斯(9岁10个月) 在用三根板条建造起了一座桥之后,他又将一根卡片纸条的一端放在一把尺子的一端,并在两者上面都放上砝码,这样他便建造起另一座桥。为什么这只兔子不会掉下来呢?因为这把尺子将这根卡片纸条支撑起来了。如果我们用软木塞来代替铜砝码,那会怎么样呢?不行,软木塞不重。(尝试。)支撑起来了!为什么呢?因为金属条与尺子共同将卡片纸条支撑起来。那么用车的话,该怎么样呢?我们必须在每一边放上它2倍的重量。能不能想出一种办法,使得只在一边放砝码而把它支撑起来?不能,但是一根板条也许能稳定住。

为了比较,下面列举一些处于ⅡB水平的反应,第一个是处于过渡状态的例子。

斯特(9岁整) 她建造了好几座用三根板条搭成的桥,而在支撑第三根板条的那两根板条上放上了一些同等重量的砝码。能不能将这些砝码只放在一边?我想不能。(她开始用两根外伸的板条尝试,但是上面放有砝码的那根板条伸出太长,失败了。)为什么倒塌了呢?因为这一边并不是由这些砝码支撑起来的。再也没有什么办法来使它支撑起来吗?是的。(但她往回抽动板条,再在上面加上一个砝码,兔子稳定住了。她拿走自己刚刚加上的那个砝码,结果桥仍然没有倒塌。)为什么它能稳定住呢?因为这些砝码支撑着这根板条,而这根板条又支撑着另一根。然后,她放下兔子,结果桥倒塌了。为了恢复平衡,她并没有在被支撑的板条上做文章,而是在起支撑作用的板条上加上了一块金属立方体,并解释说,这些砝码必须比这些(两根)板条及这辆汽车更重。

宙亚(9岁10个月) 在建成了几个桥墩之后,他又用两根外伸的板条建造起一座桥,而且将砝码只放在起支撑作用的板条上面。它(指桥)在两边都受到了支撑,一边是由(起支撑作用的)板条支撑着,另一边是由放在盒子上的那个砝码支撑着。为了加固这座桥并保证汽车通过,他在被支撑的板条上面放了一个砝码,然后再把它拿掉,继而又在起支撑作用的板条上面放上四块立方体。

朱瑞(10岁6个月) 建造了几个桥墩,一旦盒子直立,他就用两根外伸的板条来建造一座桥,并将砝码放在起支撑作用的板条上面。然后,他将另一个砝码放在另一根板条上,但是却解释说,这并不必要,因为在这根木条上已有一个砝码了,并且卡片纸条也比较轻一些。你必须注意些什么呢?就是这个砝码必须比这根板条、这辆汽车以及另一根板条更重一些。

如果将处于ⅡA水平的受试者的反应同那些处于ⅠB水平的受试者的反应加以比较,我们便发现某些通常见于与第一个运算阶段有关的特点。首先是这样一种估计,即

两个砝码要取得平衡，其运动方向一定是相反的。这样，布沃声称，被支撑的板条使得另一根板条*掉落下来*，于是便有了在起支撑作用的板条上面放上一些更重一点的砝码的必要。这些砝码于是便被看作一些补偿物，其运动方向与其重量相反，而且也不再与其重量相互合作了。其次，我们发现有数量偏见的出现，举例来讲，凯哈运用了错误的计算方法来证明砝码的重量是汽车的2倍。最后，处于ⅡA水平的受试者对于中介传递的掌握不成熟，而中介传递是运算转换的因果形式。盖夫认为，支撑另一根板条的是砝码而不是起支撑作用的板条；曼认为，*这些砝码支撑着这根*（起支撑作用的）*板条*……*而这根板条又支撑着另一根板条*；等等。因此，每一个受试者都认为，砝码作用于它所支撑的板条，而不是直接作用于该板条所支撑的另一根板条。

然而，处于ⅡA水平的受试者令人奇怪而又富有特点的反应是，尽管他们或许并不认为在被支撑的板条上面放上砝码是至关重要的（参见ⅠB水平的反应：我们必须，等等），但他们却相信，这些砝码是有用的。如果他们仅仅认为，人们不能预先知道放在起支撑作用的板条上面的砝码是否能保证兔子、汽车等安全通过，那么，作为一种预防手段，最好也让砝码来保证另一根板条取得平衡，他们的这一信念是很有道理的。但是，这些反应的有趣之处在于，他们没有意识到可以通过在一边增加砝码的数量而获得同样的稳定效果。尽管布沃对其动作作了精确的解释，而沃斯则刚刚发现这些事实与其预言不一致，但这两个人都感到，如果过桥的物体的重量增加，那么在两边加些砝码将是至关重要的。另一些受试者喜欢在起支撑作用的板条上面放上一个重砝码，而在另一根板条上则放上一个轻砝码。

所以，甚至在设想中介传递（其作用在于通过它将砝码对第一根板条所产生的压力传递到另一根板条上）的时候，这些受试者似乎也不能对其全部的结果做出评估。这里的情境可以与运动传递的情境相比较。在这个水平上，运动传递保持着半内半外的性质，每一种中介物都持续地进行着自身的运动。在当前的例子中，受试者相信，第二根板条是由第一根板条及砝码支撑起来的，但是，他却不相信第二根板条的稳定仍然可以归因于它的传递作用。这一反应无疑是在早期的那些水平中广泛分布的“协助”概念的最终残余（大部分运动的中间半外性转换来自直接转换的联结）。

ⅡB水平出现了一些相当不同的反应：在实际操作期间，受试者不去触及那根被支撑起来的板条，而且如果倒塌下来，那么他们就只是在起支撑作用的板条上面再增加几个砝码。在对此的解释中，他们争辩说，去加固被支撑起来的板条*并不必要*（朱瑞），因为*它在两边都受到了支撑*（宙亚）；单个砝码一定要比那两根板条及小汽车重，这就够了（朱瑞）。这些事实在运动的纯内部转换（第Ⅲ阶段）之前之所以得到掌握，是因为受试者（在当前的实验中）必须去处理一连串的“稳定”动作而不去处理一些无形的运动。

第Ⅲ阶段和结论

除受试者开始对平衡的条件加以更系统的概念化之外，第Ⅲ阶段的反应并没有什么新鲜的东西。

例子

达瑞(12 岁整) *如果板条的大部分横在水面之上，而小部分在山上的话，这样重量就不平等了，板条也就会失去平衡。所以，在这个时候就需要有一些砝码，砝码必须根据板条的重量及从上面通过的人的重量而加以选择。如果这两根板条往外伸出的话，那么两个重砝码就必须放在一边或每边各一个……如果你把一个砝码放在一边，它在重量上就必须同两个砝码(这两个必须放在两边)、两根板条及汽车等是相同的。*

就对动作本身的意识掌握与其显著的效果之间的关系而言，ⅠA 以上水平所出现的这些反应是相当复杂的，并且清楚地说明了对动作与物体之间的相互影响的理解，以及对它们的误解所引起的特定动作的效果与协调之间的显著区别。

在相互影响方面，一方面，当他们自己去推动、支撑或拉倒一件物体的时候，这些受试者显然没有看到物体的重量具有一种动力；另一方面，他们认识到，倘若没有物体，也就无所谓推动、支撑等动作。重量的掌握显然产生于受试者与物体之间的一种相互作用。但是，我们发现，自ⅠA 水平(这一水平并不是我们所选定的最原始的水平)之后，这一相互作用并非是全然有益的，因为产生于对其自身动作意识掌握的概念化会以多种多样的方式歪曲原来的事实，而且由于需要去矫正关于最初的概念化的更为严格的分析，在缺乏相关、函数关系及推理协调的情况下是不可能完成的；否则，受试者必定不但要越来越注重一些特定的动作，而且也要进行这些动作的一般协调。

在那一方面，ⅠA 水平的受试者对动作的作用作了最大的歪曲，而对这些动作之间却只有最小的协调。由于(向上或向下)挤压动作的多价性(polyvalence)，一件物体的重量就会因此被从各个不同的角度看作稳定或倒塌的根源。就其本身而言，这并不错，但是受试者对此却拥有这样一种信念，即放在外伸板条悬空端的一个重物会起到一种砝码的作用，而在摆脱这一信念之前，他必须不仅能够将砝码的运动与其各个作用点联结起来，而且还要将它与承受压力的那个物体的重量及其自由或稳定程度联结起来。换言之，儿童必须将绝对作用的观念转变为相对作用的观念，关键是要确定导致发现这一相对观念的那些相互关系是否来源于客观的效果，或者说，在受试者能够正确地解释这些效果之前，他是否能够首先把它们相互协调起来。我们业已遇到的一连串的发展

水平不但证明了它的必要性，而且也表明，这一协调活动最终会在反省抽象中逐渐超出个体的动作以及这些动作所产生的显著效果。

首先让我们回想一下，在ⅠA水平，受试者尚不能说出一个物体比另一个物体"重"(正如他在ⅠB水平所做的一样)，而只是为了一种特定的目的而说它"太重了"或者是"太轻了"。尽管如此，在ⅠA水平上的确出现了一种较早的相关，但是它却没有将在盒子的边缘使一根板条取得平衡的特定动作加以概念化或内化。然而，该板条的外伸部分与放在盒子上的这一相关包含一个单一物体(板条)的内在特性，并且可以在对称性的意义上加以解释，而这种对称性又可见于人的身体平衡之中(像我们在别处所见到的那样)。

而在ⅠB水平，受试者开始形成一种"比……重"的关系，它服从于一种函数依赖关系(板条的稳定是比它本身重一些的砝码的函数，等等)。于是，问题的要害便在于决定这一关系的根源。无须说，这一关系首先是基于对物体动作的观察，因为儿童倘若没有经验，他就会对这种函数依赖关系一无所知。但是这并不是全部的解释，因为处于ⅠA水平的儿童并没有求助于这类经验。函数是关于变量的一种关系，因此，各种各样的关系(一根或轻或重的板条需要一个或轻或重的砝码)，意味着一种相关(应用)以及一种给定的顺序(板条的稳定依赖于砝码，而不是相反)。当这些函数关系在ⅠB水平上出现的时候，它们不但有助于使各种因素发生联系，而且还引介进了一般的数理逻辑的协调(各种各样的关系、对应以及顺序等)。即使它们尚未介入推理的协调，也意味着受试者的活动。因而便出现了下面的辩证过程：所观察到的物体的运动情况对产生于(ⅠA水平上)挤压(向上或向下)动作之多价的歪曲现象作了矫正，但从中可以看出理解物体运动的却是受试者的特定动作的协调。这些协调还没有导致令人满意的概念化的产生，更确切地说，还没有抛弃这样一种错误的观念，即一个重一点儿的砝码将"协助"轻一点儿的砝码。

与此相对照，ⅡA水平的受试者普遍认为，立方体以及板条的重量是朝着相反的方向发生作用的，而且证实这一解释且帮助矫正ⅠB水平之概念化的，仍然是这些物体明显的活动情况。但无须说，这些明显的效果并没有协调它们自身，得以对这些事实做出更完美解释的仅仅是对于数量的运算、可逆性以及传递性。现在，尽管对于动作的一般协调导致了这些进展，但对于特定动作的概念化仍然是不适当的，而且还有助于继续保持这么一种观念，即通过起支撑作用的板条而传递到被支撑的板条的砝码的稳定力量还不足以保证整体的稳定。

最后，在ⅡB水平，由于推理能力的提高，儿童对这一传递的全部效果是持肯定态度的。因而，这是一种真正的推理协调，这种协调与受试者学会进行更为精确的实验来加以验证是协同前进的，最终在矫正动作的概念化与这些效果明白易懂的叙述之间取得了平衡。动作的概念化是受观察到的效果的影响的，而这些效果是在受试者所做出的动作协调的影响下实现的。这种平衡在第Ⅲ阶段得到了明确的阐述。

二、桥与楼梯的建造[①]

第一部分专门探讨了桥的建造，但也特别涉及了关于砝码运用的问题。向儿童呈现不同长度与重量的板条、各种重量的立方体，要求儿童在两座“山”（盒子）之间搭一座桥。这里，两座“山”要支撑起桥的两端，但（当盒子直立放置的时候）“山”太高了，以至于不得不排除运用桥墩（当两只盒子斜放的时候，这是一种普通的解决办法）的想法，这时，便倾向于鼓励运用砝码。在下述一系列试验中，材料及另外一些因素是十分相似的，因此，儿童便能够更为自然地做出反应，于是也便体现出他所运用的各种各样的规则类型。

给儿童一盒积木，这些积木的形状是平行六面体，底边的长度是相等的，均为 2.2 厘米，有五种不同的高度：2.2、4.4、6.6、15 和 19（单位：厘米）。[我们将这些积木分别称为(1)、(2)、(3)、(4)和(5)。]另外，又给他们一些弓形木头，其长为 4.4 或 10 厘米，高为 2.2 或 4.4 厘米（这些很少用到）。小河用一条折叠至一定宽度（通常为 20 厘米）的蓝桌面表示。要求儿童建造一座桥，从而让一个人通过这条河，与此同时也建造一道阶梯，例如，用它来登上在一个岛上的一块岩石等。

在这里，我们的叙述比第一部分要简短些，因为许多有关的论点在第一部分里已经讨论过。在此我们将看到许多更有趣的全新观点。这些观点均反映出新颖的设计安排。在运用五种积木做实验时，运用砝码的那些念头从没有在ⅡA 水平（即七八岁以下）的儿童身上发生过，并且在整个第Ⅰ阶段，不能建造一座桥并不是偶然的。尽管这些受试者或者考虑到桥的长度，或者考虑到它的平衡，但是，他们却无法使得这些对应的关系相互联结在一起。

第Ⅰ阶段

例子（ⅠA 水平）

玛瑞（5 岁整）　她在一条狭窄的小河上搭桥，在两岸各放上一块垂直而立的积木(3)，这两块积木由一块平放的积木(4)连在一起。如果要拓宽这条小河，她便将一块积木(3)向后移动，将积木(4)横放在它上面，发现积木(4)不再能够到另一

① 与 R. 迈尔(R. Maier)合作。

块积木(3)了。于是,她用一块积木(5)来代替积木(4),因为积木(5)能横过小河。但是当小河拓宽到20厘米的时候,她便在积木(5)上加上积木(3)以延长之,结果发现两块积木掉了下来。它太小了。于是,她便放弃这一办法。她的阶梯只是简单的一组水平以及并列在一起的积木(1)。

索普(5岁8个月) 小河宽20厘米。她在河的一岸垂直放置积木(5),将积木(3)与积木(4)叠放在另一岸,并且试图用一块平放的积木(5)把它们联结起来。当证明这样做不可能成功时,她便加上一块积木(3)来延长平放的积木(5)的长度,并且在积木(3)的下面用一块垂直放置的积木(4)支撑着。你认为这样能稳定住吗? *不能。我们必须(用手)把两块积木全部支撑起来*。然后,她将两块平放的积木(3)错开,放在一块垂直而立的积木(4)的顶端(有梯级的阶梯),并将上边的积木(3)倚靠在一块平放的积木(5)上,结果倒塌了。她又在每一岸上放一块垂直而立的积木(5),并用两块平放的积木(4)将它们联结起来。这两块平放的积木(4)先是平放在一起的,然后将它们的两端叠加起来,结果还是倒塌了。向她提出小岛的问题之后,她(像玛瑞一样)才建造起一座高塔,并将积木(5)靠在上面,像楼梯一样。

拉斯(6岁整) 他在每一岸上均放一块垂直而立的积木(4),用一块平放的积木(4)(向外伸出其总长度的4/5)覆盖在一块上面,在另一块上覆盖一块平放的积木(5)(也是向外伸出其总长度的4/5),然后试图通过在其上面横放一块平放的积木(4)而将它们固于其位。当他感到该结构脆弱的时候,他便减少积木(4)伸出的长度,但仍未摆脱倒塌的命运。然后,他再次审视他原来的结构。阶梯状:积木(5)、(4)、(3)、(2)、(1)依照前述垂直而立。

费依(6岁1个月) 他在一岸放上一个弓形木头,在弓形木头的上面放上一块向外伸出的积木(5)。在另一岸,他放上了另一块积木(5),打算能触及第一块,并且在其上面倚靠上第三块积木(5)作为支柱。这种结构倒塌了。依据相似的方法做了第二次尝试之后,他便运用积木盒盖(由卡片纸制成),并且通过在其两端放上几块积木(4)使其保持稳定。

布瑞(6岁1个月) 在运用了一块最高的底板[积木(5)]之后,他试图用四块平放并外伸的积木(3)或(4)来建造一段阶梯,他并没有意识到上面的部分会倒塌。然后,他用手将它们稳定住。

里普(6岁5个月) 他将两块平放的积木(3)的中心放在两块积木(2)上,并用一块积木(5)把它们联结起来,结果失败了。其后,他在那两块积木(3)上面放上几块向外伸出的积木(3),结果还是倒塌了。他调节这些积木,直到它们稳定住,并在其中的一块上面建造一段由四个台阶组成的摇晃的阶梯,结果仍以失败告终。然后他用一块积木(4)来延长积木(3)的长度,并且在其上面横放上一块积木(5)来把它们稳住。

珂拉(6岁5个月) 他运用了一系列的积木(2)和积木(3),但却忽视这一事

实，即它们的伸出长度均超出了其总长的一半。他试图用一块积木(5)把它们联结起来，结果掉了下来。然后又企图把它们改造成一段阶梯，但无法使这些台阶取得平衡，于是便说，*如果我在后面放上一些砝码会怎么样呢？*他将一块积木(1)当成砝码，然后又在用作底板的每一块积木(2)上使两块平放的积木(3)取得平衡，并试图用一块积木(5)把它们联结起来，结果证明积木(5)太重了。

在ⅠB水平，对于阶梯的建造，其预料是正确的，但桥的建造仍受到一些错误想法的困扰，而这些错误想法的诸多类型，我们刚才已经遇到过。

例子(ⅠB水平)

卡瑞(7岁整) 阶梯：*如果把它们放得相距远远的*(空隙太大)，*那么，整个的结果便是倒塌，我们也因此而不能再继续下去了。*关于建桥，她在一块平放的积木悬空的一端放上了一个砝码(1)之后，便把底板挪动到该砝码的下面，以便使它支撑起来。

里克(7岁1个月) 他将一块积木(5)放在两块平放的积木的外伸部分，而这两块积木则是处于一种不平衡状态之中的，*因为现在我们有一些砝码*(把桥稳定住)。然而，在开始尝试的时候，他便用手把增加了长度的积木(5)举起来，特别是当外伸部分太长的时候，他总是压下底板。可是，这并没有使他想起运用砝码。

如果我们把这些反应同我们在第一部分里所讨论的处于同等水平的受试者的反应作一比较，我们会发现有两种差异，这两种差异都是由于同质的材料所造成的，因为这种材料的同质性妨碍将所涉及的诸因素分离开来。

第一种差异是显而易见的。第一部分业已考察的受试者在4－6岁相对经常地运用砝码，在ⅠB水平甚或ⅠA水平，受试者在没受到任何鼓励的情况下也是这样做的，然而在目前的实验中，情况却并非如此。其原因的解释看来是，在运用异质材料时，受试者很容易地将板条放在相当大的起支撑作用的盒子上面。如果外伸的部分太长，那么板条就会明显地有掉落下来的危险。这种情况很容易使受试者通过将其一端压在支撑物的上面而消除这一危险。这使他们迅速产生了这样一种想法，即用立方体的压力(见本恩的中间性)来取代手的压力。与此相对照，当把一块积木平放在一块垂直放置的积木(同样材料，横断面相同，小于5平方厘米)上部时，其两端都将向外伸出一块，这样，一端砝码的全部任务就是去跟另一端的重量取得平衡。处于这一阶段的受试者不能做出这种平衡动作，对这些受试者来说，砝码的首要功能是起稳定作用，即使把砝码放在板条的悬空端(像我们在第一部分所看到的那样)，其作用也是如此。在这一方面，(甚至在ⅠB水平)卡瑞行为的意义便是极其重大的：在一个平放板条的伸出部分上面放上一个砝码之后，她便将(垂直的)底板移至这个砝码的下面来加强第一根板条的稳定效果，这样便使另一边伸出的部分太长。同样地，费依的想法已接近于运用砝码，他

试图通过将另一根板条倚靠在平放的板条上面而使结构加固。

简言之，在目前的测验中，砝码的偶尔运用（在第Ⅰ阶段的16个受试者中，只有6岁5个月的珂拉和7岁整的卡瑞运用了砝码）以及受试者在以前的测验中对于砝码的经常运用，是富有启发意义的，并且也充分证实了我们的观点，即在第一阶段，砝码的两种明显的功能（稳定与推倒）尚未得到区分或协调。在这个时候，儿童还不相信平衡的力量可能会在相反方向上发生作用。（在ⅠB水平，成功地建造阶梯反映出儿童对于部分重叠的物体之伸出长度起控制作用的条件的掌握，而不是对于两个砝码可以相互平衡的认识。）

这种协调的缺乏标志着目前第一阶段的受试者与第一部分所讨论的受试者之间的第二种差异：后者不时地受到各种各样材料的提醒，如桥的跨度以及平衡的条件，而前者由于使用的是材料相同的一些成分，所以就或者考虑桥的长度，或者考虑砝码的拉力，因此也就无法把两者协调起来。尽管他们作了无数次的矫正，但是其过分的伸出长度，以及将过于沉重的砝码放在平放的积木的两端，等等，通常都被认为是不能建造这座桥的原因。只是到了第二阶段，受试者对于上述方面的预料才逐渐导致必要的协调以及相对成功地建造桥。

第Ⅱ阶段

处于ⅡA水平的受试者，借助于砝码而建造起稳固的桥，不过这需要进行许多次试误。

例子（ⅡA水平）

提兹（7岁6个月） 她首先将两摞底板叠放起来，一摞由积木(1)、(1)、(3)各一块组成，另一摞由积木(2)、(1)、(3)各一块组成。这时她发现，没有一块平放的积木能达到将它们连在一起的长度，于是，她就小心地将两块垂直放置的积木(3)向前移动，使它们尽可能地靠拢，这样就能用一块积木(5)来建造起一座稳固的桥。当要求她以不同的方式建造一座桥的时候，她便将两块平放的积木(3)横放在积木(2)、(1)叠放的底板上，再加上一块积木(5)，结果全部倒塌。其后她使用上面放有积木(1)的积木(2)来取代平放的积木(3)，并且再加上一块积木(5)，结果仍是倒塌。然后，她便借助砝码将一块积木(1)放在积木(2)两端。*我已摆成了一个正方形，这样会增加更多的重量。我们能让它更坚固些吗？能*（又加上了一些砝码）。*那里比这里会增加更多的重量*［指向那两块积木(2)的两端，其中的一端支撑着积木(5)］。

吉尔(8岁整) 尽管年龄不小了,但开始时他却表现出一种典型的第一阶段的反应。他将两块平放的积木(3)的中心放在底板上,用在每边均放一个砝码[积木(1)]的方法把它们连起来。尽管他的总体方法是正确的,但桥还是倒塌了,于是他便在起联结作用的积木(3)上再加上几个砝码使它更稳固些。几度倒塌之后,他便用负有更重一些砝码[积木(3)]的积木(5)来取代起支撑作用的积木(3)。然后,如果他不再做出第一阶段的典型反应(见上),即在其他的端点上各多加一个砝码(1),他便在其每一靠近端点的地方各放上一块积木(2),这样就为该结构的坚固提供了保证。失败之后,他便彻底地改变策略,通过将积木(5)平放在积木的顶端上使其保持稳定,结果成功了。

埃尔姆(8岁5个月) 他在两岸各用积木(5)来建造起三个垂直的桥墩。他发现,一块平放的积木(5)的长度不能将它们联结起来,于是,他便在两座底板上平放上一块积木(5),最后再用一块积木(5)将它们连在一起(这一切均是在他考察了正确地减少了的积木伸出的长度之后做出的)。后来,他就在每一端加上一个砝码(2),以此使得它们更为平衡一些。

派斯(8岁8个月) 他做出了许多次的试误(在试误期间,他试图将积木的侧面斜靠在处于中心的积木上面),最后便运用平放的积木及砝码。*由于我已经在这里(两端)放上了一些砝码,因而就能把这一块(中间的积木)支撑起来*。是的,但怎么样了呢?*它可以带来平衡*。"平衡"指什么呢?*这样的话,桥就不会倒塌了,并且当某个人通过这座桥时,砝码就能够把桥支撑起来*。

ⅡB水平的典型特征是试误次数减少,也就是对每一种策略之可能效果有更准确的预料。

例子(ⅡB水平)

提厄(9岁1个月) 他首先对桥的建造过程作了解释:*它是由扁平的两端在边缘处支撑起来的,但它一定不能向前移动太多;否则,桥就会在中部倒塌。它可以是弯曲的,但必须是平坦的,这样汽车才可以通过*。几次试误后,最终的构造由两块积木(4)组成,而这两块积木由砝码来固定,并且用一块积木(5)将它们连在一起。

西普(10岁2个月) 他是第一个不再通过过长的外伸来建造阶梯的受试者,他的构造是一个垂直的台阶系统:他平放下一块积木(5),然后在它上面依次覆盖上积木(4)、(3)、(2)、(1)。

第Ⅲ阶段

在第Ⅲ阶段(11—12岁),受试者的实际操作并无进步,但是,他们却经常就重量的分配自发地作些评论。

例子

汤普(11岁整) 我放下这一个(砝码),这样它的两端(任何一端)就不至于摇摆不定。这一个放到这里来,这样,它就不会滑到那里去了……砝码是这样分布的:首先是这里,其次便是那里,等等。

通常,ⅡA水平已初见协调的端倪了,这种协调可分为两种。第一种协调主要是就物体而言的(借助于逻辑-数学联系):在不同位置上发生作用的两个砝码的关系是,如果一个砝码比另一个重,那么它就会把另一个拉下来;如果两个砝码一样重,那么它们就会保持平衡,因此要在拉下与稳定之间做出区分与协调就必须通过参考相反方向上的可以量化的动作。最为重要的是,一个砝码的动作向另一个砝码的转换要经过一段距离(例如派斯说,*它可以带来平衡*,等等)。第二种协调主要是就受试者的动作而言的:他们去设计自己的动作,而且通过同时思考桥的长度以及平衡的条件或者相对的重量来预料总体的结果。现在我们发现,受试者自身动作的这一协调涉及两个方面,即砝码的逻辑-数学的协调以及物理学的协调。更确切地说就是,如果受试者考虑到桥的长度以及砝码的作用,那么他就能够发现这一事实,即砝码不仅仅在垂直方向上产生作用,而且还会在平衡的平台两端之间产生相互作用。

结　　论

这样,我们就回过头来思考一下这个一般的问题:是受试者动作的协调致使他考虑逻辑-数学以及物理学的联系,还是物理学以砝码的逻辑化及量化的形式(即把砝码想象成是在相反方向上产生作用的)致使受试者的动作得以协调的? 无须说,我们在这里所看到的是一个双向过程。但必须注意,受试者为了对自己的动作进行协调并巩固自己的活动规则,他必须借助于顺序关系、对称性、互反性、对应与函数等等。这样,对他动作的每一种协调便都有一个逻辑的方面,它或者对抗,或者补充特定动作之本质的内容。然而,由于动作的协调不仅是对于一套动作,而且也是对于(受到先前各发展阶段影响的)动作的矫正以及调整的融合,所以我们便能看到这一协调是如何从先前诸水平

的行为特点中发展出来的。因此,一旦这些调整有助于对结果的预料,它们就变为行动。在某一特定领域需要动作协调的特定问题情景中,肯定会发生这种情况。但是,由于此类问题及领域绝不是孤立的,由于受试者的活动是复杂的且适宜于设计与概括,所以便造成这么一个事实,即在某一水平上出现的操作活动可能就是这些因素共同作用的结果,而且很快便获得了一种比较一般的形式(至于有些受试者落后于一般标准的原因,那是一个特殊的问题)。

在目前的一系列实验中,许多因素标志着从受试者本人的动作调整到对物体的运算协调的过渡。我们可以回想一下无意识感知运动调节(它们是由行动的结果从外部决定的)和主动调节(它涉及意向选择)之间的区别。关于板条外伸的问题,ⅠA水平所运用的方法属于下列两类中的第一类:受试者能够调节板条的外伸长度,但这仅仅是纯粹的手工调节,因而对其成功的理由并没有达到意识的把握。至于第二类对砝码的主动调节,他们也是在ⅠA水平时便开始了,但只是以最简单的形式出现:他们一次只专注一件物体(例如,在建桥时,受试者首先只考虑其长度或平衡问题,而不是同时综合考虑两者)。与此相对照,在ⅠB水平,主动调节便采取了具体选择与机能相关的形式,这里正是由于机能相关,才得以形成"比……重"的关系以及对板条往外伸出之效果的理解。然而,在砝码的运用方面,关于"按压"这一动作,受试者持续地存在着一种矛盾心理。因而,从这些函数关系到第二阶段运算协调的过渡可以通过砝码、位置以及长度的相关(由于对各种各样主动调节的区分)而得以解释。以上都是空间方面的因素,因此便形成了对于下述事实的认知以及随后的理解:在某些位置,一个特定的砝码可以保持板条等的稳定,而在另外一些位置,却能把板条拽倒;这些结果可以发生转换(派斯一例),而且它也是保持与打破平衡的最终原因。

因此,在受试者自己动作调整方面的进步与协调和认知方面的进步之间,显然有着密切的关系。前者基本上决定于可以观察到的资料,而后者则借助于内生的运算结构,这一结构是受试者(通过越来越复杂的调整而获得的)自己活动的扩展。

第五章 跷 跷 板[①]

尽管我们已经对重量的概念及平衡的运用谈了许多，但在实践成功以及对它的理解方面，很难不再复归到这一主题上来。尤其是，我们必须要确定儿童的连续概念化对于他的动作的依赖或者控制程度。显然，特别在4—5岁的时候，受试者一次只能把其注意局限于平衡的一边，而且在他同时考虑两边之前，他要做许许多多的协调工作。所以我们必须努力确定，是动作的这种协调导致了传递性及转换（它来自这一观念，即重量必须相互影响），还是相反，动作的协调是对它起决定作用的运算方面的（心理的）进步。

向受试者提供一架天平或一个跷跷板。该跷跷板的结构为，一根长15厘米的板条放在一个支撑物或一个塔尖S上，而塔尖可以固着在板条的中心部位，也可以向旁边挪动。这根板条的表面有好多槽，可以盛装一些用作砝码的小球。这些小球的形状是统一的，但有四种不同大小的规格：$A>B>C>D$。我们对下列四种情境做了研究。

(1) 呈现板条时，其位置是水平放置的，并且在其中心部位有一辆小汽车。要求受试者必须做的是，借助砝码将汽车驶向一条“小路”（在跷跷板一端底部的一根纸条）。为此，他只需考虑一下砝码在临时准备的天平一边的动作情况。

(2) 向受试者呈现一架塔尖S在板条中部的天平，但板条是倾斜放置的（这一初步安排是可能的）。要求受试者借助砝码使这架天平保持平衡状态。在他做出最后的安排的时候，马上询问他已经做了些什么，或者还打算干些什么，等等。然后便提示一系列变换的情况：在两边添加小球的可能性，小球与大球的联合，等等。特别是要求受试者制作两堆砝码（小球），使构成这两堆的成分各异（nA、$n'B$ 等等），但其重量却是相同的。在这些球堆放到天平上以后，便问他这些球堆是否能够保证天平的平衡。

(3) 向受试者提供一根倾斜的板条，塔尖S固定在一边的下部，这样，它的一臂就明显地长于另一臂。要求受试者用这些球（即通过将一个重一点的砝码放到较短的一臂上）来恢复平衡状态。同前两种情境一样，如果儿童不能获得任何令人满意的答案，实验者就主动地做些提示，并要求受试者对其作一下解释。

(4) 向某些受试者呈现一种更为复杂的情境：将一架小一些的25厘米长的天平附着在一架大一些的天平的一个洞上。要求受试者使两架天平同时取得平衡。这个问题

① 与M.阿曼(M. Amman)合作。

最终证明是徒劳的。其唯一有趣之处是，它或多或少地解释了各种各样尝试序列的顺序（当受试者从平衡大板条开始时，小板条便自动地调换到水平放置的位置上去了；反之，如果他从小板条开始，其平衡就会因大板条的平衡问题而遭到破坏）。

ⅠA 水平

例子

柯瑞（4 岁 8 个月） 他试图通过在“小路”上放上一个砝码而使汽车下来，然后，他就坐以等待。由于他想不出更好的办法，实验者便提示在板条上放上一个砝码，但柯瑞并没对此做出反应。我们能够在板条的一端放上砝码吗？*能*。为什么呢？*那样会取得平衡*。你能做吗？（他用一只手推小汽车。）但是，如果用球呢？（他在“小路”上放下一个球，然后将它放到板条上，小汽车下行。）你做什么了？*我驾驶汽车*。那么球呢？*我把它放在这里了（在“小路”上），然后小汽车就到了那里*。但是小汽车是如何发动的呢？*我把它（球）放在这里（在板条的一端上），这样汽车便发动了*。现在，把它开到下边这里来（在另一边）。*我想出了一个主意。如果我要使它顺利通过的话，它会滑下来的*（他按压板条）。那么运用球会怎么样呢？（他使用球来做。）如果我们将球放到小汽车里，汽车自身能发动吗？*能，那块铅很重，它会使得汽车滑下来的*（尝试）。*不行，它不能使汽车滑下来*。为什么不行呢？*因为我不知道*。第一部分：他将一个球放到中心部位，然后再轻微地滑向一边。当板条绕枢轴转动时，他又添加了几个：*它们都掉下来了*。

席姆（4 岁 7 个月） 他首先将一个砝码放到汽车里，然后再放到板条上。第二部分：他将整架天平握在手中。那么，运用一下球会怎么样呢？（他将一个球放到右边。）*不行，不然或许可以放到这里*（中心）。如果你将一个球放到那里（底部），与此同时我也在那里放上一个球会怎么样呢？*也许能行，我不知道*。（向他演示。）*是的，因为我们已经用了两个*。而它们起了什么作用呢？*它们只是弄直了跷跷板*。你自己做。（他在一边放上一个球，一旦板条的一端压下来，便将该球滑向另一边，等等。）当建议他将两个球放到一起，并运用更重一些的砝码的时候，他说，*它们相当重，如果我同时放下这两个球，跷跷板就会倒翻*。如果跷跷板没有倒翻的话，他便在每一边又添加上一个砝码，然后在中心部位加上两个。你能用上多少个球？*八个*。为什么？*因为再多的话，跷跷板就要倾斜*。

考沃（4 岁 9 个月） 他将小球放进小汽车里。小汽车能够发动吗？*不能*。为什么不能呢？*我要把这些小球放在轮子的上面*。这样汽车能发动吗？*也不能*。你

要知道,你可以将这些小球放到板条上,知道吗?!(他在板条的一端放上一个球。)*汽车发动了。*你是怎么做的呢?*我是通过挤压这些小球使汽车发动的。*第二部分:我想请你用这些小球将板条弄直。(他用手往下压板条上的小球。)

革厄(4岁8个月)　情境Ⅲ:左臂长于右臂,天平发生倾斜。他先用手调节,然后在右边放下三个砝码,在左边放下两个砝码,这无疑是为了把短的一边压下来。然后他将三个砝码移向左边,这样就使左右两边的砝码比例为5∶0。他解释说,欲使板条取得平衡,最大数量的砝码必须放在中心部位。他又重新开始,在右边放上了更多的砝码,*因为这样会保证板条平直*。向他显示一种解决办法:为什么它现在就能够取得平衡呢?*因为你已经放上了两个大砝码*。如果我拿掉一个砝码,会出现什么样的情况呢?*我不知道*。(尝试。)*它向一边发生倾斜*。为什么会这样呢?*不知道*。

善恩(4岁6个月)　情境Ⅲ:他计划将砝码放在短而翘起来的一边,以便使它*保持平直,因为另一边已经斜在下面,它比较低*。但是他继而在每一边各放上两个大砝码。实验者将放在长边上的两个大砝码拿掉,善恩对此解释说,板条之所以平衡是*因为只有两个砝码*。为什么它们在这一边而不在另一边呢?*因为在这里的话,板条就会向下*。如果我拿掉(在短边上)这两个砝码呢?*还是老样子*。是什么样子?*这里(短边)会向下*。(尝试。)*不对,另一边向下*。为什么?*因为以前是放在这一边*。情境Ⅱ:善恩注意到两边是*同样的*。然而,为了保证它们的平衡,他还是像在情境Ⅲ中一样,在左边放上了这个砝码,这是*因为以前它是在这一边的*。你能肯定吗?*能*。

考瑞(5岁6个月)　小汽车:*我们得(用手)让它下来*。那么砝码怎么办呢?(他将一个砝码放在错误的一边,因而失败,然后就放在了正确的一边。)你是怎么做的呢?*下压*。情境Ⅱ:*我们得将一个砝码放在一边,将另一个砝码放到那里*(成功)。*是的,因为有了两个砝码*。如果我们在这里再加上一个(3∶2),仍能保持平衡吗?*能*。他尝试几次,然后用2∶2、1∶3、2∶2以及3∶3的比例依次加以矫正(起初间隔不同,其后间隔相同)。你可以将砝码放在任何地方吗?*能*。(他轻轻地拿掉一个,板条发生倾斜。)*不行,我们必须将它们紧靠着放*。

豪瑞(5岁6个月)　情境Ⅰ:与考瑞相似。情境Ⅱ:他试图用砝码使板条平衡。实验者提示在每一端放下一个球:*那样会平直的*(尝试),*因为它们能将板条平衡起来*。如果我们在每一边多放上一些球会怎么样呢?*那样会向下的*。(尝试。)*之所以会下来,是因为它们离得太近*。你不能将它们分散开来吗?*那样会下来的*(尝试,板条取得平衡)。你为什么认为那样会向下呢?*因为我以前在那里放上一个,结果落了下来*。为什么现在就能平衡呢?*我不知道*。砝码到底发挥了什么作用?*它们非常重*。

毕(5岁5个月)　小汽车:*我用砝码来推一下这辆小汽车*(将球当作木棍来

用)。然后,她便在小汽车前面的部位放下一个砝码,小汽车微微倾斜:是砝码使小汽车运行的(好像这个砝码拉小汽车一样)。她向前微微移动砝码,但并没有移动至端点:这样会驱使汽车下来,因为砝码是非常重的。是这样吗?我已放下了一个砝码,这样,它就会使小汽车下来。情境Ⅱ:毕先将一个砝码放在上倾的一端,另一个砝码放在中间,认为在板条的另一端放上第三个砝码会使得板条发生倾斜,那样会向下。为什么?因为在另一边有(我将放上)更多的砝码。后来,由于我已经用上了两个砝码,它就倾斜了。

奈尔(5岁8个月)　他在错误的一边放上了一个砝码。他认为,如果在另一边放上另一个砝码(并不拿掉第一个)的话,就会使得汽车从另一端下来,因为砝码使汽车倾斜而下。情境Ⅱ:由于砝码太重了,板条才会发生倾斜。情境Ⅲ:他将砝码放在左边:这并不太重。他又在每条边上加上两个砝码。

依甫(5岁6个月)　情境Ⅱ:他认为除了从下部支撑板条(首先去支撑一边,然后再去支撑两边),别无他法。从上面想想办法如何呢?(他尝试一下,但并没有同时在每边上放下砝码。)那样不行,它会倾斜的,首先一边向下,然后便是另一边向下。那么这样放(同时放下砝码)怎么样呢?这样会保持平衡。如果我在这里加上一个呢?支点得移动一下,因为这一边有更多的砝码。如果我把那一个砝码拿掉,两边的重量还相等吗?是的。那样有关系吗?不要紧。如果我在每一边上再加上一个,它(板条)仍能保持平直吗?不能。为什么不呢?因为有了(比以前)更多的砝码。这些砝码能导致意外情况吗?是的,有时它可使得板条发生倾斜。(尝试。)为什么它会保持平直呢?这是由于空气,空气从下面流动,像那样把板条支撑起来。如果我加上更多砝码(每边各一个),板条仍能保持平直吗?不能,那样又太重了。两边都一样吗?是的。天平不能保持平直吗?是的,它不能保持平直。(尝试。)它稳定住了。为什么呢?因为在下面有空气流动而过。

露沃(5岁6个月)　情境Ⅲ:两边怎么样呢?一边比较小,一边比较大。我希望你将它们弄平直。(她用手调节一下板条,在其上面将砝码加以分配,失败了。)为什么这样不行呢?因为我将它们(大大小小的砝码)混合在一起了。要使这里(长边)更轻一些,那里更重一些,我们必须怎么办呢?将大的砝码放到这里(短边),在另一边上不放任何东西。这样会使板条取得平直吗?不知道。(尝试,成功了。)情境Ⅱ:露沃立即在一边放上了五个砝码,在另一边不放任何东西。

亚斯(5岁10个月)　情境Ⅱ:亚斯在每一边放上一个小砝码。这个小的砝码就足够了,因为那里并没有什么重量,而其余一些砝码则太重了。两边是不是同样重要?不知道。实验者要求他堆成重量相同的两堆:他用三个小球和一个不大不小的球做一堆。如果我们将它们放到板条上会怎么样呢?它不会使板条保持平直,因为当我们将一个不大不小的球与那种小球混在一起时,这个不大不小的球就会使板条发生倾斜。当证明他错了的时候,他便声称板条之所以平衡,只是因为他

将板条握在手中，而且即使这些砝码在起作用，它还是保持了这一平衡状态。情境Ⅳ：亚斯像所有其他面对这一情境的年幼受试者一样，试图在大天平取得平衡之前使小天平取得平衡，好像不干预前者后者就不能取得平衡一样。

肯恩(5岁2个月) 情境Ⅱ：她将四个相混合的砝码放到一边，而且当板条开始发生倾斜的时候，她便在另一边也放上四个相混合的砝码，进而又加上了一个砝码：*无论在哪边都是一样的*。为什么那里向下降了呢？*因为我们又多加上了一个*。那么，为了使板条取得平直，我们必须怎么办呢？*拿掉那个大的，加上这个中等的*。(她从另一边拿掉那个大的。)啊，这里又下降了。然后她改变这一安排，而不去顾及对称原则。然后，实验者向她说出正确的解决办法：*板条不会移动，因为它的两边都是一样的*。

拉克(6岁7个月) 情境Ⅰ：她用手推汽车，然后又用握在手中的砝码去推。我们不能将砝码放到这里(对边)吗？*不行，它不走*。那么放到哪里呢？*我想把它放到其他地方，但是我不知道到底该放在哪里*。情境Ⅱ：她没有考虑出解决办法。如果我们将一个砝码放到这里(正确的一边)会怎么样呢？*那就会倾斜*。放在另一边呢？*也是这样*。两边都放呢？*两边都会(轮换地)倾斜*。(尝试。)*它能保持平直!* 如果我们再添加上一些呢？(她在左边放上两个砝码，在右边放上一个。)*我们只能放下两个*，等等。

比恩(6岁9个月) 他用手指查找小汽车所通过的路线，继而得出结论，即*必须建造一些直达底部的小阶梯*。然后，他便用手压下板条。最后，他拿起一个砝码并将其压在板条的一端。情境Ⅱ：除去运用砝码从下部将板条支撑起来，他没有想出其他解决办法。当要求他将砝码放到上部时，他便在板条的中心附近放上三个。

关于这些受试者的重量概念，向下行使小汽车这一引导性问题已经被揭示出来一些，因为在这项实验中，他们并没有马上想到使用小球，而只是把它们当作手的拓延，或者用它去推动小汽车，或者用它使板条发生倾斜(比恩)。他们的下一步工作是让砝码去完成这些动作。但是，我们业已观察到的各种反应表明：首先让砝码完成的是一种未加区分的力量，这种力量所发挥的作用就是往下或往前推动小汽车；只是到后来，这些受试者通过经验才知道，如何以及往哪里去运用这种力量才能取得最好的效果。这样，奈尔(像考瑞一样)将砝码放在错误的一边，然后，又在正确的一边放上另一个砝码，可是他并没有拿掉第一个砝码，好像第二个砝码能够独立地发挥作用。柯瑞在将一个砝码移至板条的一端之前将这个砝码放在“小路”上，而且他的说明暗示这两种位置的效果均来自对方。毕将一个砝码放在小汽车前面的部位，好像是砝码将小汽车拉下来(*砝码使小汽车运行的*)，然后再慢慢使它接近板条的一端(*这样会驱使汽车下来*)。席姆与考沃将砝码放在小汽车里面，如果汽车仍不能运行，考沃便将砝码推至*轮子的上面*，好像一台引擎。简言之，在最终选定正确的位置之前(通常是在接受帮助之后)，这些受试者赋予砝码一种在所有方向上发生作用的力量，仅仅是后来的观察结果才向他们揭示

出使汽车下行的正确方向与条件，这样就把砝码的力量局限于"压下"这一动作(考沃与考瑞)。

关于倾斜的板条取平的问题(情境Ⅱ)，无须说，处于ⅠA水平上的受试者的两大消极特点是，不能将所施加的压力量化，以及无法解释分离开来的那些砝码(明显地处于天平的两边)之间的相互作用。换言之，他们的信念是，每个砝码均独立地对其他砝码起作用。

就量化而言，这些受试者肯定能理解这一事实，即下压是可能的(其下压的程度则可大可小)，而且两个砝码比一个砝码更能发挥作用(席姆、奈尔等)。但是，我们在这里所看到的是质的协同作用，而不是量的添加。这样，考瑞与豪瑞便声称，当砝码之间靠得"很近"时，所发挥的效能就会更大些，因为在这个时候，砝码之间能相互支持。这个阶段仍然缺乏这一观念，即一边砝码之总量必须与另一边砝码之总量具有相关性(相等或不相等)。因此，当毕说*由于我已经用上了两个砝码*(以平衡分别放在天平另一端以及天平中间的球)时，她所关心的仅仅是放在一边的小球总数而不是重量。

不能考虑小球之间的相互作用以及认为每个球均发挥一种自主作用的信念显然在许多反应中得到了反映。第一，这些受试者通常争辩说，去掉一个砝码绝不会影响另一些砝码的作用(参见奈尔)。第二，他们认为，一个砝码的作用完全依赖其自身的价值，而不是依赖它与其他砝码之间的关系。亚斯将砝码对称地放到两边，但是他却解释说，这些砝码必须是轻的，因为如果它们太*重*，那么就会使板条发生倾斜。他继续说，他并不知道两边是否必须重量相等。最后，当要求他用砝码堆出重量相等的两堆时，他拒绝将一些中等大小的球跟一些小球相混合，这是因为*这个不大不小的球就会使板条发生倾斜*。将砝码分散在板条上面的露沃把自己的失败归咎于*将它们混合在一起了*。第三，几乎所有的受试者都很勉强地在一边加上相等数量的砝码，他们曾经运用较少的砝码使板条取得平衡。*如果我同时放下这两个球，跷跷板就会倒翻*(席姆)。第四，一旦出现一种特定的结果，无论发生了什么样的变化，他们都相信，这一结果是难以改变的。这样，亚斯便将其成功归因于这一事实，即他是用手将天平取直的，并且豪瑞也不想将一个砝码放在原先另一个砝码引起板条发生倾斜的地方。

为什么受试者忽视了砝码的添加或减少必须同时进行这一事实呢？其原因是，受试者不能考虑砝码间的相互作用。席姆在别人向他演示如何通过在每一端各放一个砝码而使板条达到平衡之后，试图将所演示的过程重复一次，但他却将第一个球放在一边，而当板条发生倾斜的时候，他便将这个球放到另一边，并且相当肯定地认为，如果同时放下两个球的话，那么*跷跷板就会倒翻*。拉克也说，*两边都会倾斜*。依甫认为，它会向任何方向发生倾斜。因此，当要求将附着在大天平上的小天平放平时，这些受试者在不能使这些砝码发生相关的情况下，也一定会忽视这一暂时的顺序，这丝毫也不会令人惊奇。在情境Ⅲ中，两边长度不一的状态促进了相应关系的作用，并且对压倒小边的趋向做出了解释：只有在成功的情况下，这一解决问题的办法才适用于情境Ⅱ，不过要有

一个前提条件，他必须很快地返回到情境Ⅱ上去（见露沃）。

除去情境Ⅲ，立即去处置天平两边的唯一的主动性尝试是基于对称性的一些考虑。肯恩清楚地证实了这一点，并且这一点也对考瑞与亚斯的（糟糕的）解决办法作了解释。所有的这些受试者远没有认识到重量相等的问题。考瑞同意在一边加上一个小球（至此为 3∶2），并且相信板条会保持水平，而肯恩却完全忘记了自己的方法。

总的说来，这些受试者的行为甚至与砝码（由于其数量相等而达到的）平衡的纯粹的实践性理解尚有一大段距离。他们毫无次序、局部地加以调整，以提高板条较低的一端，而不管另一端的状况如何。在说明了这一点之后，我们就可以指出，这一系列尝试（在此过程中，儿童既自由又主动，一切随其所愿）的最重要之处就在于证明了这一点，即在缺乏感知运动调节及实践成功的情况下，并没有对观察到的现象的原因去寻求解释或阐述的趋向。在所考察的四种情境中，第一种是唯一获得部分成功的一种。在这种情况下，动作有三种水平：第一种是手工的（推动小汽车或者继而用手去压下板条）；第二种便是借助于砝码[用一球来推，但未能推动（毕）]；第三种便是用砝码来代替手的活动，这便导致了一种与资料直接相关的解释：汽车之所以下驶，是因为板条的一端承受压力而倾斜。在情景Ⅱ中也是如此，但是，饶有趣味的是，受试者们并不去寻求一种解释，甚至在询及“平直”即“平衡”问题时也无动于衷。处于该水平的所有儿童都能够说的一句话就是*我不知道*。

相反，许多受试者满足于三种局部的答案。第一种可以很自然地得到，但却是相当不适应的：砝码从底部来支撑起板条。第二种包含受试者本人的动作：*我把它举起来，然后，我放下这个铝砝码，在放开手之前，我一直把它抓在手里*。这是一个 5 岁的受试者所讲的话。第三种（尽管它是很有用的，但它保留有ⅠA 水平上的某种情形）的基础是对称性：考瑞说，*因为有了两个砝码*，并且在每端各放一个；或者，*两边都是一样的*（肯恩）。但是，正如我们所看到的，这一点还远远没有形成砝码重量相等的观念。

ⅠB 水平

例子

德尔（6 岁整） 为保证板条平直（情境Ⅱ），他首先用砝码将它支撑起来。如果我要你将这些砝码放到天平上去，你该怎么办呢？*我便将一个砝码放到中间去*。为什么这样？*因为要让板条平直*。如果不把这个砝码放到中间去呢？*那天平就会这样*（倾斜）。如果你放上两个呢？（他迅速地将它们放到天平的两端。）为什么要这样？*因为要看一下板条是否能撑得住*。为什么板条一定能撑得住呢？*因为它是不会在两边掉落下来的*。如果我一定要在上面放球的话，那么你能否告诉我将这

些球放到哪里？在中间放上一个。然后，他提议完全按照对称的方法来放小球：在中间放上一个，两端各放一个，在中点和每一端点之间各放上一个。如果将它们（向端点）放得更靠拢些呢？那样不行，太重了；在另一端，它们并非是聚拢在一起的。在实验末了时，实验者问：要使板条平直，我们必须做的最重要的事情是什么？在中间放上一个砝码。情境Ⅲ：那一边（右边）比这一边长。好，那就试一试。这一边（左边）太重了。是这样吗？他便在每一边各放上两个砝码并且说，那边（左边）更多一些，然后在右边又放上了一些砝码。

戴甫（6岁6个月）　他想方设法径直把汽车弄下来。在情境Ⅱ中，他同时放下两个砝码，每端一个，以保证板条平直。你能多放一些吗？不行。也许每边能放上两个。不行。三个呢？不行。为什么不行呢？……我们必须在每一边只放上一个。情境Ⅳ：他开始于调节小天平。

卡特（6岁3个月）　做出同样的反应。我们能在两边都加上一些球吗？不能，那样会使天平倾斜。给他一些重的、中等大小的以及轻的球，并且要求他将它们分成同等重量的两堆。你没法分，因为这些(A)比那些(B)重，并且那些(C)比这些(A)也重。实验者分好两堆，这时卡特才承认，这两堆的重量是相同的。我们能将它们放到天平上吗？可以，但不能这样（C与D的混合和A与B的混合相同）。那么这样（每一边都是一个A加上两个B）呢？我不知道，它们比这些小的要重一些，因而板条不会平衡。

柏瑞（6岁6个月）　也拒绝继续放小球。哎呀，它平衡了！但是，一旦小球足够了，就不必再继续往上面放小球了。

韶武（6岁4个月）　他试图通过在中间放上两个砝码使板条平衡。实验：我原以为那样会加大重量的，结果却没有。由于他再也想不出什么办法了，实验者便建议他在每一端都放上一些球。那样能行吗？我不太肯定。（尝试。）能行。我们可以再加上一些砝码吗？也许放在两边可以，不过我不知道，那样肯定会更重一些。然后，他突然改变主意，我们必须再加些小球，至少使它们（像那些早已放上的球）一样重。他做了几次尝试，用大大小小的球混合地摆成同等重量的两堆，并且说，不，我不知道该如何去做。

莱布（6岁8个月）　情境Ⅱ：他在中间放上三个球，但并不是对称放置的（失败）。然后，他在中间又放上四个球。你能将它们放到末端去吗？（惊讶地。）像那样（一个在中心部位，另两个分别在两端）。

索姆（6岁10个月）　情境Ⅲ：一边长一些，一边短一些。你能将板条弄平直吗？在那里放上一些（短边放六个球，失败）。是这样吗？不知道。（她用砝码将整根板条覆盖住。）这样平直吗？不平直，因为一边重一些。怎么办呢？我们必须在这里放上一个（在长边的一端放上一个大球）。最重的球必须放到哪里？这里（短边）。就这样吗？再加上几个砝码。

毛恩(6 岁 3 个月)　情境Ⅲ:*我们可以在中间放上一个大球。*那样做有什么好处呢? *那样会使天平平衡*(将砝码放在支点上面,该支点并非在中心部位,失败)。*我们必须添加小砝码*(失败)。*我们必须在中间多放上几个大砝码。如果我们这样放*(在中间放上两个),*那么板条就会平衡*。为什么呢? *我可以做给你看,但是我可不知道其中的原因。看,哎呀,如果这里*(中间)*有很多砝码,那么板条就会开始移动!* 那么,我们必须做些什么呢? *将它们放到这里*(短边)。*是的,这些砝码可以使它向上或向下*。

弗里(7 岁整)　情境Ⅱ:他将球分配在整根板条上,*这里一个,这里一个,那里一个……我们只要在中间放上一个大的,就会使得板条保持平直*(尝试,失败)。*我们必须在那里*(中心)*再放上一个*。其后,他将这些球运用各种各样的方式反复做出安排,直至最终成功。如果我们拿掉中间的那一个球会怎么样呢? *那就会倾斜*。(尝试。)*它平衡了。它们太轻*(每一边都有三个球)。(用一个重球代替它们。)*这是因为它们重,重东西会使板条保持平直*。同等的两堆:他将 A、B、C、D 堆在一起,再将 B、C、D 堆在一起。如果将这两堆放在天平的两端,天平还能保持平衡吗? *能。但是,我们必须拿掉那个大的(A)以及那两个(B),并将它们放到中间*。那其余的呢? *我们将把它们放到两边去*。

总地来看,这些反应可归结为对称观念的运用,而这种对称观念在ⅠA 水平上只是一段"插曲",尚不能对砝码的运动做出正确的结论。当得出这些结论的时候,它们就迫使受试者马上去注意平衡的两边,并进而去考虑砝码的相互作用。此外,它们还将导致受试者获得这一观念,即砝码的作用既可以是稳定,也可以是下压。①

对称的这两个方面在ⅠB 水平最通常的解决办法中得到了反映:将砝码(或几个砝码)放在板条的中心部位。首先从中心将全体分成均等的两份,由此便产生了这一观念,即如果将砝码放到中心,它就会在两边产生对称的效果。此外,受试者认为,一个放在中心的砝码(它不会引起板条的倾斜)将稳定或"支撑"住板条,并使之保持水平。其工作原理是,砝码压在永不至于倾斜的唯一的那点上。韶武之所以把两个球放到中心,是因为*我原以为那样会加大重量的*。他显然认为,较大的重量肯定会使板条保持稳定。当建议他在两端放上两个砝码时,他起初担心这样会使板条倾斜,但随后他改变了主意:*我们必须再加些小球,至少使它们*(跟业已放上的那些球)*一样重*。毛恩干脆说放在中心的那个球会使板条平直,然后又补充说,*这些砝码可以使它向上或向下*,也就是能使板条复归到水平位置。弗里相当明确地说,*重东西会使板条保持平直*。

当受试者最终产生每端各放一个砝码的想法时,这种对称性便导致了对一种模糊的补偿观念的系统阐述,而这在早期的解决办法中却是极其含糊的。德尔说,*不会在两边掉落下来的*(这是对于板条平衡原因的一种有趣的解释)。但是,它只是到达了这一

---

① 在砝码实验中,对砝码的稳定力量的估计是不成熟的(见第四章)。

步，这个水平的对称性概念还没有达到砝码重量的均等，对于倾斜的原因只是从下压的质量方面来加以解释。这一点得到了下列事实的证实，即每一个受试者都不愿意在放有两个球的地方再添加相同重量的砝码。戴甫拒绝这样做，对此也不作任何解释。但韶武叙述说，*那样肯定会更重一些*，这乃是ⅠA 水平上的绝对重量之特点的复归（或一种残余）。当向受试者提供性质不同的一些成分（指不同重量的砝码）时，该方法的残余性便更为明显。卡特首先声称，将大大小小的球混合起来是不可能堆起重量相等的两堆球的。虽然后来接受了实验的证据，但他还是继续争辩说，当将这些球放到板条上之后，其作用方式仍然是不同的，这是因为*大球比小球重一些*。

总之，尽管处于这个水平上的受试者已经认识到，为确保平衡，两边都需要一个砝码，但他们是依靠对称性而不是依靠重量的相等来认识这一点的，因为他们仍然缺少适当的运算工具：量化与添加。

ⅡA 和ⅡB 水平、结论

这些工具是在 7—8 岁（ⅡA 水平）时获得的，而且也导致了对平衡本质的正确解释。由于在其他地方我们时常涉及这一问题，因而在此我们可以简略一些。

例子（ⅡA 水平）

尼克（6 岁 7 个月）　像下一个受试者一样，尽管他的年龄才 6 岁 7 个月，但已处在ⅡA 水平上了。情境Ⅰ：他立刻将砝码放在板条的一端，并且根据相互作用来说明这种做法的合理性，不过这种相互作用是发生在砝码和板条之间的。*我认为这个砝码比板条重一些。*如果你将砝码放到这里（中心）呢？*不行，因为是在中部，它不会向下。*情境Ⅱ：他在每一端各放一个砝码。*我们需要两个同样大小的砝码。*如果在每一端各放上一个重一些的砝码会怎么样呢？*完全可以。*我们可以多加上几个吗？*可以。*在实验者的要求下，他用不同的砝码堆成重量相同的两堆。如果将它们放上，板条仍会保持水平吗？*是的，因为它们的重量相同。*

瓦尔（6 岁 8 个月）　情境Ⅲ：*我要在这一边放上两个大球，因为这一边比另一边稍高一些。*她放下两个小球，然后用两个大球来取代它们，*成功*。理由：*它在两边发生的作用是相同的。*由于在长边上并没有球，因而，她显然在考虑自己刚刚放下的两个球的重量。

柯瑞（7 岁 4 个月）　情境Ⅱ：他将一个小球放到往上翘的一边。当这一边下降时，他又在每一边加上一个小球。还能再多加几个吗？*能*（加上两个，然后再加上两个）。可以再往上加吗？*不行了，那样太重了，会倾斜的……不会，如果两边都

是一样的话，是不会倾斜的（在每边放上六个大小不等的球，间距对称，顺序正确）。

海恩（7岁5个月） 情境Ⅱ：在每一边各放上一个砝码之后，他也同意在每边再放上两个。*这样就好像一边仅有一个一样。*但是他仍然相信砝码放在哪里是无所谓的。

派特（7岁7个月） 在每边各放上七个砝码，但是这些砝码并非对称放置。

鹤瑞（7岁3个月） 情境Ⅲ：*短边需要有更多的砝码，否则天平就会向另一边倾斜，因为这一边的砝码大一些（重一些）。*

盖尔（8岁整） 情境Ⅲ：*这一块长一些，比短的那块重一些，因而我们必须添加上一些球使得两边的重量相等。*情境Ⅱ（随后马上提供出来）：*为了取得平衡，两边的重量必须相同，球与球的间隔也必须相等。*一边比另一边更重要吗？*它们同等重要。此外，一个处于中心部位的球无论在任何一边都不会有什么重量效果。*

由于距离因素并不是基于对称性，而是与重量相关，因而在ⅡB水平之前，通常它并没有介入。对盖尔来说，距离因素的重要性无疑是在情境Ⅲ中才得到理解。

现在，让我们看一下ⅡB水平。

例子（ⅡB水平）

布（10岁2个月） 情境Ⅱ：*我已将两端取平了。*我们可以再加上一些砝码吗？*可以，但在两端要加上同样的砝码。*为什么？*如果我们使一个砝码越来越趋近于中心部位，那么另一个砝码就会使板条倾斜。*

汤恩（10岁7个月） 他说，*它越是趋近于板条的一端，它就越容易下降。*他持续地使一个小球与较接近于中心的一个较大的球形成均势关系。

受试者的自发行为进一步极好地阐明了这一发展（它的最后几个阶段，我们在先前的研究中已经熟悉了）。我们尤其对这一事实留下了极深的印象，即在ⅠA水平，他们已经认识到，砝码可以"压下"板条或"使板条发生倾斜"（情境Ⅰ）。在ⅠB水平，他们也非常容易地解决了汽车问题，但对于在一根50厘米长的板条上平衡放置砝码却有着相当的困难。在情境Ⅰ与情境Ⅱ之间，并非仅有这两大差异：在情境Ⅰ中，一旦施加一个简单的动作（按压板条的一边），汽车即开始运动；而在情境Ⅱ中，至关重要的是在两边都要产生作用。此外，在情境Ⅰ中，转换仅仅是受试者自身动作的简单拓延，而情境Ⅱ则涉及几种由板条引起的砝码动作的转换。这便提出了一个关于实践智慧同运算传递、因果转换之一般概念的关系问题（实践智慧包括由它引起的概念化）：后者的形成是前者的进步造成的吗？形成并引导实践智慧的是后者吗？这样会反映出一种（我们必须加以确定的）清楚的起源吗？

就情境Ⅰ看来，我们看到了处于ⅠA水平的受试者如何从直接动作（用手推汽车）先转换到器械动作（压板条，使之发生倾斜），然后再转换到对砝码的运用（用手拿着砝

码压板条，然后再放开手）的过程（砝码的运用并不只是涉及直接转换方式以及器械动作的拓延）。由于砝码的可能作用是通过这种方式发现的，因而，在ⅠB水平，解决办法就会迅速地涌现出来。

但是，受试者是如何从这些“一边的”动作过渡到两边的动作的呢？处于ⅠB水平的受试者的反应对这一问题做出了极好的说明。一方面，通过对称性因素，受试者越来越清楚地认识到了另一边的重要性，虽然这一对称性因素的性质既是知觉的（良好的视觉形式）又是感知运动的（对称的运动），但尚未涉及任何的转换。如果在两边放上类似于砝码的东西，那么，结果即是质的相当而不是在相反方向上发生作用的量的均等。因而，我们在此所看到的并非是由某种涉及转换的相互作用引起的补偿，而是两种互不相关的效果。德尔的话（*它是不会在两边掉落下来的*）清楚地说明了这一点。另一方面，如果板条保持“平直”，而不是在两边之间摇摆不定，那么，每一个砝码都有必要去影响另一个，这便提出了一个转换的问题。ⅠB水平所提供的主要解决办法是，通过将这种转换降低到一种极相似于即时转换的形式（将这种转换降到最小值）：将砝码放在中心，因为它可以在那里同时而直接地“支撑”起两边，因此就没有必要将放在一端的一个砝码的动作径直通过板条而传递到处于另一端的砝码。这一“中心”解决办法表明，就实践智慧而言，受试者的确马上考虑了两边（由此引起了他对对称性的关心），但就其一般的因果或运算观念而言，他并未掌握两个砝码间相互作用的观念，因而也就不能掌握整根板条的中介传递的观念。除此之外，处于该水平的受试者对于砝码的精确效果仍然是模糊的（砝码的效果是有所变化的，有时起稳定作用，有时可能将板条压倒），因而便出现了他们对砝码的令人奇怪的态度（第四章）：为了让一根外伸的板条保持稳定，ⅠB水平的受试者同ⅠA水平的受试者一样，有时既将砝码放到板条悬空的一端（在“小河”的上面），也把它放到另一端，好像这个外加的砝码会“有助于”保持板条的稳定一样。鉴于用以起“稳定作用”的砝码之间有一种互助或协同作用的关系，那些往下拉的砝码就不会取得平衡，除非它们均等并相互在反方向上发生作用，且伴有几种作用的相互传递。由此便产生了某种将砝码放在中心的诱惑力，这样也便妨碍了传递以及在相反方向上发生作用的问题。

中介传递以及ⅡA水平上的相反方向的形成（一边上的砝码通过板条的中介作用而作用于另一边上的砝码）将通过实践智慧——对边作用之协调方面的进步来加以解释。对于这一点，我们能够做出肯定的结论吗？让我们回想一下，后者以运算传递[砝码(1)作用于板条，而板条又作用于砝码(2)，因此，砝码(1)作用于砝码(2)]为先决条件。在这一特定的情况下，它还要以可逆性[砝码(2)也同样地作用于砝码(1)]以及由于补偿作用而导致相反方向的取消[如果砝码(1)等于砝码(2)]为先决条件。整个ⅠA水平均忽视了平衡的另一边，而在ⅠB水平，受试者的实际行为却是同时关注平衡的两边的。在此，所有这些新方法是否都产生于上面这一个简单的事实？

对此，答案必须既是肯定的，又是否定的。从肯定意义上讲，这是因为，除非受试者

不立即作用于板条的两边，否则他就不会去设想包含在传递中的相反方向的相互影响，这一点是显而易见的。但是在（ⅠB水平）这些实际进步的发展以及对它们的理解（第Ⅱ阶段）之间，有一个发展水平的间隙，在这两者之间，肯定发生些事情。此外，在实践智慧的范围内，在放上一个砝码、拿掉一个砝码、选择位置等特定动作与使这些不同的动作合并为一种更为有效的系统的逐渐协调之间做出区分是至关重要的。这些协调并非从这些特定的动作中派生出来的，因为这些动作本身在早期就出现了。我们在这里所看到的是我们称之为拥有比较深厚的（生物学的）基础的“一般动作协调”（联合、分类以及对应）。这种协调仅适用于实践智慧，旨在逐渐地矫正与调整各种动作。如果我们是正确的，那么，这种实践智慧就会确确实实成为解决我们目前考察问题的原动力。然而，转换、传递性等的发现也包含一种基于这些一般协调的反省抽象，由此，它便复归到实践智慧可以从中发展的源泉中去。这一分析看来是复杂的，但是，如果我们回忆起特定动作以及一般协调之明确的特点，这一复杂性也就大大地简化了。鉴于特定动作对物体有所影响，因此，它也就具有一种物理学的性质；而一般协调则对动作本身有所影响，因此，它也就拥有一种逻辑-数学的特点。这相当于说，物理动作的协调都是以逻辑-数学工具之运用为先决条件的，而不管这种工具如何基本（对应、可逆、转换等）。我们承认，由于在这里所涉及的协调被运用到一个物理学的问题上，因而，我们也必须考虑一下所涉及的各种各样的运算（从根本上讲它们是逻辑-数学的）作用于物体本身的过程，从而运算便转换为引起某种结果的因素。这便解释了从逻辑的转换到传递性或从逆运算的抵消（$+W-W=0$）到相反方向物理作用（砝码）的补偿，等等。但是，受试者与物体之间的这一连续（辩证的）交换并没有让人们误解这一事实，即我们在这里所看到的是两个极端，尽管它们在理解的初级阶段未能得到很好的区分，但是，随着科学思维的发展，它们也将越来越多地被加以分化。

还应该指出的是，在对（只在天平一边的）特定动作的意识掌握和概念化同它们间的协调（我们在第四章已经强调过的一个事实）之间有着一个明显的差别。由于缺乏适当的协调，理解必定是歪曲的、不完整的，这便解释了在ⅠA水平没有出现“比……重”的关系（这时只出现诸如“太重”“不够重”“有点重”等）的原因。而且，如果这种关系在ⅠB水平上得到了运用，那么，它之所以仅仅运用于质量或顺序，而不是运用在数量方面（由于不能区分“拉倒”与“稳定”的残余影响），其原因也可从中得到说明。对照之下，由于以动作的矫正与调整为基础的逐渐协调本身是反省抽象作用的结果，所以对它们便需要作出进一步的调整，通过这种调整，后继的动作才能够并入一个有代表性的整体之中。结果便是在最初的具体运算中反映出的适当的概念化，这涉及在相反方向上发生作用的砝码的相互作用或补偿效果的可逆性，涉及这些动作的中介传递的转换性、需要合成的添加等等。于是，特定动作（它们有一种物理学的内容）和协调（它们在本质上是逻辑-数学的，或者是它们赋予物体的因果关系）之间的区别，就在由它们所引起的概念化中得到了清楚的反映。

第六章　杠　　杆[①]

本研究的基础是难度渐增的一系列测验：最容易的一次测验涉及简单滑杆的操作；其次便是两根滑杆呈直角排列（颠倒的 L）；然后便是一根在中部有支点（螺丝钉）的滑杆。比较复杂的测验涉及相互联结的或者装有支点的两根、三根、四根、六根或八根滑杆的排列。然后，将这些越来越复杂的滑杆排列方式提供给儿童，他们不必另行发明创造，只是通过将螺丝钉安在或挪动到各个孔眼之中以使它们得以发挥预期的作用。由此，这些操作越来越困难，因此就要考虑对他们进行某种项目的训练，通过训练，儿童将逐步提高成功的概率，也将理解失败与成功的理由。

因此，这项研究揭示出了动作与概念化之间关系的逐渐演化。鉴于这些最简单的测验提供的事例都基于同一情境，即动作先于理解，因而比较复杂的测验便要求有概念化，而概念化可以先于动作的发生，并对动作起引导作用，或者与动作相伴随，或者继动作发生之后而产生。在下文中，我们将考查一下各种各样的情境，并试图决定它们感知运动调节与实际设计的比例。

所有这些测验都要求受试者凭借一根或几根滑杆来提高或降低一块方糖（或火柴盒）。这些滑杆或者是散开的，或者是用螺丝钉拧在一起的（紧了就会成为一种固定的滑杆系统，松了各部分间就会松动）。所使用的各种精确排列（我们用罗马数字标出，见图 1）是：（Ⅰ）一根垂直而放的滑杆，一块糖块放在其末端附近的地方，利用这根滑杆可

图 1

① 与 C. 沃森宁-吉拉德（C. Othenin-Girard）合作。

以使糖块上下移动。(Ⅱ)一根平放的滑杆,糖块放在其一端的上方或下方,要求儿童去利用另一端。(Ⅲ)一个固定的"曲柄",糖块放在其水平部分的活动端的上方或下方。(Ⅳ)一根平放的滑杆,它有一个中心支点,该支点为一个螺丝钉,我们称之为 H_5。先将糖块放在这根滑杆一端的上方或下方,这样,随着儿童对另一端做出拉或推的动作,糖块就会"上升"或"下降"。支点螺丝钉可以从 H_1(糖块上方或下方)挪动到 H_9(在另一端)的各个孔中,并且对糖块也可以加以推动,根据糖块经过的不同距离,可以分析出滑杆的活动范围。(Ⅴ)一根滑杆(我们可以称之为 B)伴之以一根活动的滑杆 A,要求受试者用滑杆 A 使 B 活动,并通过 B 的活动来提高或降低糖块。这样,滑杆 A 就与在Ⅳ中儿童的手所发挥的作用完全相同。有时他也非常明确地这么说。(Ⅵ)滑杆 A 与 B 的排列与在Ⅴ中的排列方式相似,但两头相接,糖块放在滑杆 B 活动端的上方或下方,通过螺丝钉的移动,可以分析滑杆活动的范围。(Ⅶ、ⅦA、ⅦB 等)由四根滑杆组成一个系统,其中两根是平放的,另两根是垂直的。同前面的测验一样,本实验首先要求儿童去调整螺丝钉,以便使他在拉或推 A 的时候能够用 D 的活动端来移动糖块。他必须(通过试误或推理)明白,为了降低 D 的一端,必须去拉 A,而不能像他在Ⅵ中所做的那样去推 A。(Ⅷ或ⅧA)每次加上两根滑杆,这样,总数为六根,在Ⅸ中为八根,在Ⅹ中为十根。受试者本人将螺丝钉安在孔中(解释为什么在垂直以及平放的滑杆上同时安上螺丝钉会导致杠杆紧密衔接,以至于固定),并且必须要明白,正如在Ⅵ中一样,在Ⅷ中,他必须拉 A,以提高在 B 或 F 上的糖块(或与Ⅸ中的八根滑杆相反)。这样,答案就包含发现替代律的问题(用一个、三个或五个平放的滑杆上的螺丝钉或支点来拉,以提高糖块的高度,这是用两根、六根或十根滑杆来拉的,或者用两个、四个或六个螺丝钉,也就是说,用四根、八根或十二根滑杆来拉,以降低糖块的高度),这一替代律反映出了转动与平移的非替代性。

ⅠA 水平

例子

泽尔(4 岁 10 个月) 要求他用一根平放的滑杆而不是用手来提高一个火柴盒。滑杆该怎么样呢?(他用一只手推这个盒子,用另一只手推滑杆。)用滑杆推动盒子怎么样?(他将滑杆往上推来移向盒子,然后停下并用手推盒子。)是滑杆在推盒子吗?不是(他将手从盒子上抽回来,再利用滑杆)。你能握住滑杆的这一端(与盒子相对的一端)来推盒子吗?(他径直向上推动整根滑杆,而不是去转动它。)你能用它(Ⅳ:带有支点的一根滑杆)来使火柴盒向上吗?不能,这一点(螺丝钉)是不

动的。(演示。)滑杆也能使盒子向下移动吗? 能(他将火柴盒放在滑杆一端的下面,并推动另一端)。你是怎样做的呢?(他正确地模仿出来。)这样。你的手指做了些什么? 将这些火柴盒取下来。你的手指怎么动的? 向下。一周之后,再次提供给他Ⅳ以及放在滑杆一端上部的一块糖块。我们上次怎么做的? 像这样(他正确地将另一端拉下,将糖块提起来)。(糖块放在滑杆底下。)如果我们推会怎么样? 糖块会下来的。能做给我看吗?(他将滑杆上推,糖块向下。)你的手指伸到哪里了? 下面(糖块被掩盖在一片纸的下面)。这回你的手指怎么动(实验者指向滑杆露出的一端)? 向下。做给我看一下。(他推。)就这样。你能说出来吗? 或者你一定得用大拇指来做吗? 我不知道。必须把手指放到哪里? 下面。糖块放在装有支点的滑杆的一端的上面,我们怎样才能使糖块上升? 它不会上升的,因为有那个螺丝钉。我们必须怎么办? 拿掉那个螺丝钉。(实验者旋转孔中带有螺丝钉的那根滑杆。)如果我们将螺丝钉放到那里(H_7)会怎么样呢? 那就太短了。放在中间呢? 可以。(尝试。)不行。看,当我们推时它能行吗? 行。为什么? 因为螺丝钉在那里。

莫尔(4岁6个月) 她首先用垂直而握的滑杆去推那块方糖,然后再按照我们的要求(将滑杆平握)去推。你的手指干了些什么? 将它提起来。如何提? 像这样(模仿)。你能更清楚地解释一下吗? 我向上,滑杆直往前。现在,实验者将手指压在滑杆的一端并使之旋转,让滑杆经过那块方糖。尝试着这样做。(她这样做了。)有什么不同? 滑杆以前往前,但现在不再那样了。为什么? ……你的手指两次都是这么动的吗? 不是。再做一遍。(她又这样做了。)现在用错误的方法做。(她那样做了。)有什么不同? 现在滑杆上升,但是糖块并没有上升,而以前糖块是上升的。于是,实验者将"曲柄"交给她,但她不去用平臂推糖块,而是转动曲柄,并将其垂直端上推。对于Ⅳ,她认为,要想上推那块方糖是不可能的,因为你已把那个(中心螺丝钉)安上了,它就这样动(她力图证明该螺丝钉会将滑杆固定住)。而当她发现滑杆仍能转动的时候,便明显地露出惊讶的神色,并且说,它活动了,而且也转动了! 你能把它上提吗? 不能。(她先推了推,然后又拉。)它上升了! 你的手指往哪里动呢?(做一个向中心推动的手势,这与螺丝钉相对。)那里。为什么? 因为滑杆上升了。它是怎么上升的?(她勾画出一条从滑杆的一端至其中心的线路,然后将螺丝钉安上。)那么糖块呢?(自另一端开始与已经画出的线路相对称,一直至中心,这时就会在螺丝钉的上面。)对于Ⅵ(平放的滑杆 B,上有固定的螺丝钉,另有一根垂直的滑杆 A),她推垂直滑杆,糖块向下。那根滑杆(B)往下了。到哪里呢? 那里(左边)。(将糖块放在 B 的一端的上方。)你能像那样使它上升吗?(她推而不是拉,那块糖没有移动。然后,她将 A 在两边来回移动。)

安娜(5岁整) 她用第一种情境中的滑杆一端来推糖块,然后,用两只手握住滑杆,使之斜向一边(Ⅱ),用它的中部向上推糖块。在情境Ⅲ中,她确实运用了水

平的一边，不过她更喜欢用其中的一个活动端去推糖块。在5岁3个月(第二次测验)的时候，她认为用那根装有支点的滑杆(Ⅳ)不会有什么效果，然而却成功了。它还是向上升了一点。怎么上升的呢？*我转动这根滑杆，这根滑杆就推动了它*。知道手指的运动路线是有重要意义的：手指沿着滑杆指向螺丝钉与糖块之间的一点，然后以一定的倾斜度升起来(由于与糖块的运动途径相混)。与此相对照，她能正确地重复糖块的运动路线。当要求她对螺丝钉采取些措施来提高糖块的时候，她只是将螺丝钉拿掉。如果我们将螺丝钉放到这里(靠近糖块的 H_2)会怎样呢？……尝试。(她如是而做。)它能像以前那样上升吗？*是的*。那么与以前是一样高，高一些或是低一些？*跟以前同样高*(尽管糖块几乎没有动)。如果那样呢(靠近其手指的 H_8)？……尝试。(她如是而做。)*糖块上升的高度是一样的*(尽管将其提起的高度比原先高得多)。

这些早期反应的双重重要性是，它们既反映了行为的力量极为有限，也反映认知的变形。在其行为力量方面，这些受试者在考虑装有支点的滑杆(Ⅳ)的转动方面有着很大的困难，甚至在完成实际操作之后也是如此(例如莫尔)。其认知力反映了这种实践的无能，因为甚至当这些受试者通过模仿以使滑杆转动的时候，他们也没有意识到在滑杆一端的手指与在另一端的糖块的运动方向是相反的。似乎这些儿童并不理解别人对他们的期望。当要求泽尔说出其手指的精确动作时，尽管他说他的手指使得*糖块*会下来，但是在糖块被纸盖住以后，甚至当实验者让他表演一下他的手指是如何活动时，他还是继续说"向下"，而与此同时，他的手指却做出了向上的动作。同样地，关于Ⅳ(拥有螺丝钉的一根滑杆)，莫尔说*它活动了，而且也转动了*，但是她却认为，她的手指紧紧跟随滑杆移至螺丝钉(这些动作的原因)，并且说在糖块上移之前，糖块的运动也与之相似。安娜说，*我转动这根滑杆，这根滑杆就推动了它*(糖块)，并且认为，其手指沿滑杆而动，然后再转向那块糖。简言之，这种转动的概念化程度不如它在实践上的运用。由于缺乏主动调节，所以此后不久出现的自动调节或感知运动调节还不足以矫正这种概念的畸变。

之所以不能掌握情境Ⅳ，显然是由于不能掌握这种转动的作用，或许也要归因于这一事实，即由一根平放的滑杆所产生的推力的垂直传递，会使处于ⅠA水平的受试者产生混淆。实际上，每当他们成功地用平放的滑杆去推糖块(Ⅱ)，他们都不能对自己如何完成这一动作作出解释(莫尔)。至于情境Ⅲ("曲柄")，他们一般都喜欢用垂直滑杆的一端去推糖块(莫尔是这样，在一定程度上安娜也是如此)。在这两种情况下，他们均对垂直的滑杆有一种明显的偏好，如果他们运用平放的滑杆取得了成功，这纯粹是自动调节的缘故，而丝毫没有转换的概念化作用。不用说，在这些情况下，他们全然不能预言螺丝钉位置的变化所引起的后果。这显然得自泽尔特别是安娜的反应，他们甚至宣称，将螺丝钉放在 A_8、A_2 或 A_5 处时，*糖块上升的高度是一样的*，尽管他们肯定已经注意到了这些明显的差异。

ⅠB水平

处于该水平的受试者适当地掌握了手指在情境Ⅳ中的动作。虽然他们能够预见或迅速地理解转动的结果，但仍然不能察觉螺丝钉位移所引起的后果，也不能处理情境Ⅵ的问题。

例子

考瑞(5岁9个月) 她先用垂直的滑杆(Ⅰ)去推糖块，然后用两个手指去移动平放的滑杆(Ⅱ)。对于那根装有支点的滑杆(Ⅳ)，她随即将一端压下，用另一端将糖块提起来。你怎么想起这个想法的？*因为它可以转动*。如果糖块在这里呢(下面，但是没有螺丝钉)？(她用一个手指去压滑杆的中心，好像要取代螺丝钉一样，并且另一个手指去推活动端，使滑杆发生转动。)两个指头都动了吗？*只是这一个*。用另一个指头有什么好处吗？……(将螺丝钉安进去，但是，她还是压滑杆的中心。)你以前做什么了？*我用两个手指来压，用两个手指容易些，因为那样的话，滑杆就不会滑落下来了*。将糖块放在接近螺丝钉的地方，而该螺丝钉也因此必须予以移动。考瑞这样做了，但却移向错误的一边，这样，滑杆的一臂也就显得太短。在经过几次试误之后，她成功了。但当向她提供双根滑杆(Ⅵ)的时候，她将螺丝钉放到垂直臂上。一星期后第二次测验时，她仍像先前那样做，不过她改变了处于A上的螺丝钉的位置，但没有产生积极的结果。当实验者将螺丝钉放到B上时，考瑞便将A上推，而没有将A拉下以便使糖块上升。在情境Ⅶ中，她将手指直接放在糖块下面的滑杆上，并且用那种方式将糖块推上去。

玛瑞(5岁4个月) 情境Ⅳ(一根带有螺丝钉的滑杆)：*我们不能做任何事情*。然后她发现，*它移动时偏向一边，而且转动*。你的手指做了什么？*推动滑杆*。糖块到哪里去了？*上面*。你的手指呢？*下面，在滑杆的另一边*。然后，她便挪动螺丝钉，并观察其差别。递给她另一根滑杆A(Ⅴ)，在运用这根滑杆时，她表现出明显的勉强态度，而且没有适当的理解。她在接近A与B的接合部的支撑点上将螺丝钉拧上，以便使这个系统固定住。

皮厄(6岁8个月) 像玛瑞一样，他直接将平放的滑杆推上去，但却立即宣称，那根装有支点的滑杆将会*像那一样运动*(做出旋转的手势)。*它会旋转的*。这两边将向哪边运动呢？*这里和那里*(正确)。你的手指呢？*它上推到这里*(正确)。当要求他移动螺丝钉时，他看来能够理解如果将它移至一边而不是另一边，该会发生什么事情。在第二次测验(情境Ⅴ)时，他将螺丝钉安在接近A顶部的地方。这

便妨碍了它的垂直运动。接着他将螺丝钉移至 B_8，但是他却认为，如果拉 A，放在螺丝钉与接合点之间的小物体就会*随滑杆而上升*。情境Ⅶ(⎾⏋A↓)：他拉 A，并且相信他会提升在 D 上面的糖块。然后他不是去推而是在 C 上面安一个螺丝钉(B 处已有一个螺丝钉了)。这样便固定了这个结构。接着他又在两根甚至三根滑杆上面再安上一些螺丝钉。

里克(6 岁 1 个月)　他马上将一个螺丝钉安在Ⅳ的中心，并且转动滑杆。他将滑杆下拉，将糖块举起来，并且正确地证实了其手指的运动。然而，当将螺丝钉从 H_5(中心)移至 H_3 时，他说*那样是行不通的*。他将螺丝钉移至 H_1，然后再移至 H_2，并将滑杆向上摆动以触及在另一端下面的糖块。与在Ⅵ中的动作相同：这像一架钟(自 6 点转动至 3 点)。情境Ⅶ：两个螺丝钉(在 A 与 B 处)，于是也就无法成功。

费尔(7 岁 4 个月)　对情境Ⅳ(带有螺丝钉的一根滑杆)他立即能成功，并能正确地描述动作。与此相对照，在情境Ⅴ中，他首先用分离的滑杆 A 去推糖块，然后用它将 B 压下来，好像他是在运用手指一样。情境Ⅵ：推而不是拉，没有移动糖块。在第二次测验时，如果要求他更换Ⅳ中的螺丝钉，他先安上两个螺丝钉，当固定住滑杆时，便又安上一个，并作出总结：*不，没有这一个*(A_4)*就不行*。

这些受试者立即掌握了平放滑杆(Ⅱ)的运动，并且从一开始就预见或意识到装有支点的滑杆(Ⅳ)会“转动”(考瑞)。此外，他们意识到，手指必须在与有糖块一端的运动方向相反的方向上运动。考瑞甚至用她的一个手指将其压住，用另一个手指来推其一端。但是，这种对转动的早期依赖(像我们所看到的，它在该水平不同的情境中也出现了)①并不意味着这些受试者已经开始从绕支点旋转的运动方面考虑问题了。事实上，他们不能这样做即说明了他们根本不能掌握螺丝钉位移的后果或螺丝钉的准确功能。这样，费尔在 7 岁 4 个月时仍然在一根滑杆(Ⅳ)上面安上两个螺丝钉。毫无疑问，这些受试者对于情境Ⅵ(两根接合在一起的滑杆)是无能为力的(在这种情境下，A 通常是固定住的，好像这两个螺丝钉具有产生各种转动及其他一些运动的某种神奇力量一样)。

所以，在ⅠB 水平，受试者已开始意识到滑杆(Ⅳ)转动的后界，但并没有意识到由某种原因引起的支点的作用。为了弄清这两个因素是相互独立的，我们便要求某些受试者通过不同于移动整根滑杆的办法将情境Ⅱ中的糖块举起来。相应地，我们在滑杆的活动端放上一个障碍物，这样，为了移动这块糖，受试者就必须以相反的方向转动那根滑杆。我们发现，这一问题在ⅠB 水平以前是不可能解决的，而且处在ⅠA 水平的受试者也根本无法解决这一问题。

---

① 参看《发生认识论文集》(第 28 卷)，1973 年。

ⅡA 水平

ⅡA 水平掌握了移动情境Ⅳ及情境Ⅴ中的螺丝钉的效果，而在情境Ⅵ及其以后诸情境中仍归于失败。

例子

沃尔(7 岁 5 个月)　装有支点的滑杆(Ⅳ)：*我们可以像那样来做*(推糖块下面的滑杆的一端)。另一端怎么样呢？(她立即将其拉下。)那么你刚才做了些什么？*我使它升起来，我将手指稍微往回拉，是那个*(螺丝钉)*才使得它上升的*。如果糖块在那里(稍微高一点)呢？*那样不行……我们也可以推那里*(在糖块下面的那部分滑杆)，*但是它必须长一点*。给她一根稍微长一点的滑杆，将螺丝钉安在 H_1 处，并旋转滑杆。*我使它上升*。如果将螺丝钉安到别的地方呢？*要使它上升的话，至多只能放到这里*(H_4)，*但再也不能往右安了*(因为滑杆的右边会太短)。像这样(H_7)它会上升吗？*稍微升一点*。再往前呢？*那就升得再少些*。这里呢(仍然往前)？(尝试。)*这样不行，太短了*。对于螺丝钉向相反的方向渐次变换，她做出了正确的预见。情境Ⅴ：根据要求，她提高或放低那块方糖，*这样就像用手指做一样*。情境Ⅲ：她把糖块提升起来，方法是将平放的滑杆当作一根垂直滑杆来用，然后将糖块恢复到原来的位置。对于情境Ⅵ，她首先将螺丝钉安在 A 处，结果只能斜着转动。然后安在 B 处，但还是只能斜向一边地移动 A。因此，这与情境Ⅴ没有任何相关，但与情境Ⅲ却有着部分相关。

依萨(7 岁 8 个月)　她立即在Ⅳ中的滑杆中心安上螺丝钉，使糖块上下移动，并正确地描述了糖块的动作：*我向下按，糖便上升*，等等。将方糖放在不能触及的位置，她首先建议使滑杆在相反的方向上转动。能不能将其他东西改变一下？*螺丝钉。我们可以将它移到另一个孔*(她将螺丝钉移到 H_7，未经尝试她便径直向前移至 H_3，成功)。为什么不安在这里(H_9)？*因为不能到达那里*(触及那块糖)。这便对运动的半径做出了很好的估价。与此相对照，在情境Ⅵ中，她只是设法提高而不是降低放在 B 的正上方的糖块，但不能将螺丝钉安在适当的孔中。

戴姆(7 岁 10 个月)　情境Ⅳ：能正确地旋转和描述。糖块放在更高一点的地方：*我们只需要向前稍微挪动一下*(他将螺丝钉从 H_5 移至 H_4，然后再移至 H_1)。*这里*(H_4)，*它比在那里*(H_1)*上升得高一些*。对于相反动作的掌握也是同样的。*这里*(H_8)，*它不会再往下降了*。情境Ⅴ：与Ⅳ中的反应相同。相对照而言，对于Ⅵ，他并不知道该将螺丝钉安到哪里(他开始在 B 和 A 处都安上螺丝钉)。当实验

者只在 B 上安上一个螺丝钉时，他并不去拉 A，而是将 A 向 B 合拢。他也做出各种各样的尝试来加固这一接合点，然后他偶然地发现了正确的方法，并立即将其付诸实施。情境Ⅶ：一系列稀少而偶然的成功与多次错误的混合体，这些错误中就包含这一概念，*即通过拉A，我们会拉下所有的滑杆*。其后，他通过在 A、B、C 与 D 上安上螺丝钉来加固这一系统。

富拉(8 岁 8 个月)　对于Ⅳ和Ⅴ，他未曾遇到任何困难。他首先通过用 A 从侧面轻拍，然后又通过一系列的垂直推动来使 B 转动。然而，他却不能处理Ⅵ的问题，而只是将滑杆倒转过来。

米沃(8 岁 5 个月)　他正确地在Ⅳ中安上螺丝钉，*如果你推，你就可以使它下来，并使它*(另一边及方糖)*提升*。对于Ⅴ，当糖块在 B 的一端的上方时，他开始是推而不是拉，但又很快地作了纠正。对于Ⅵ，他将 A 与 B 合拢。然后，实验者建议在 B 上安上一个螺丝钉，米沃说，*我认为那样不行*。当发现那样还可以的时候，他非常惊讶。为什么它会上升？*因为它有螺丝钉*。你能考虑出一个更准确的解释吗？*我很明白，但说不出来*。与此相对照，他对螺丝钉从 H_2 移到 H_7 的后果的预料是正确的：*每次它都能向前移动一些*。在Ⅶ面前(四根滑杆)，他在垂直的滑杆上安上一个螺丝钉并且说，*我不知道为什么它不动*，好像所有的螺丝钉都应当引起某种运动一样。然后，他在(垂直的)C 上安一个螺丝钉，在(平放的)D 上安上另一个，*那样也不会动*，如此试验，直至最后。

黎厄(8 岁 8 个月)　对于Ⅳ和Ⅴ毫无困难，但他认为，在情境Ⅵ中，*在平放的滑杆 B 上安一个螺丝钉是不行的，因为它不能动*。他显然也没有意识到Ⅳ与Ⅴ的联系。在试图拿掉螺丝钉的时候，他偶然地动了一下 B，并且说，*我有办法了！*然后便假装他是这么做的，*你将它往上推，直到它固定住，然后，你使劲拉，它就向上动了*。在观察了推的效果之后(如果你将手指举起来，滑杆即自动降低)，实验者提供给他Ⅶ(四根滑杆)，在此，B 与 C 均已安上了螺丝钉。他要求再给他一些螺丝钉，*我要把它们安到所有的孔里去。如果每处都用上螺丝钉*(如果该系统固定)，*它就会像那样*(一起)*上升*。为了使该系统不那么固定，他将螺丝钉从 B 移到 C(垂直臂)，并且在 C 处又加上了第三个螺丝钉，然后他将这三个螺丝钉全部拿掉。在第二次测验时，他摸索了很长时间才发现，只有安在平放滑杆上的螺丝钉才有助于达到目的。在明白了这一点之后(但*却难以解释*)，他便将同样的法则应用于ⅦB(楼梯)，*我可以在做之前说出，必须将它们放到那里*(B 和 D)。对此，他作出了正确的解释：*它们都能向上向下，但没有顺序。当我们推的时候，这个*(A)*上升，那个*(B)*下降，这个*(C)*下降，那个*(D)*上升，并且，当我们拉的时候，它们动的方向便倒过来*(近于ⅡB水平)。当用六根滑杆的时候，他便不知所措了，而且不理解如果糖块由最后一根滑杆提起，为什么必须去拉第一根滑杆：*我不知道，你得去问问波斯国王*。

这些反应的有趣之处是，一方面，他们能够部分地理解移动Ⅳ或Ⅴ中(改变装有支

点的滑杆之活动端的动作半径)螺丝钉的后果,另一方面却不能掌握情境Ⅴ(在该情境中,装有支点的滑杆随自由滑杆 A 而活动)及情境Ⅵ(像Ⅴ一样,但是两根滑杆是接合在一起的)之间极其明显的关系。

这种反应的出现有两个原因。首先,当受试者自己去移动螺丝钉的时候,他倾向于从长度方面估计动作的半径:*我们只需要向前稍微挪动一下*(当戴姆将螺丝钉从 H_5 移到 H_4 或 H_1,并因之增加了螺丝钉与糖块之间的滑杆长度时,他是这样说的),或者,*每次它都能向前移动一些*(米沃)。但这里所涉及的是一种转动(ⅠB 水平及其以后的受试者将这种过程说成是"转动"),即一种由水平向倾斜位置的变化。这对于自由活动的滑杆(Ⅳ及Ⅴ)是易于理解的,但是对于接合在一起的滑杆(Ⅵ)来讲就比较困难了,因为水平滑杆 B 给这些受试者留下的印象是,它坚固地与垂直滑杆 A 接合在一起并形成90°角。

其次,当受试者由情境Ⅳ转到情境Ⅴ时,他只是用一根自由活动的滑杆来代替他的手指而已。沃尔说,*这样就像用手指做一样*。儿童没有任何理由去考虑其手指的准确运动途径,因为他用手指的活动只向上或向下推那根装有支点的滑杆的一端。同样地,当他运用滑杆 A 而不是运用其手指时,像在ⅠB 水平一样,在最终垂直地运用它之前,他通常是开始于利用它的一边或倾斜地将其作用于 B①。与此相对照,在情境Ⅵ中,业已与 B 连接在一起的滑杆 A 必须升高或降低以产生某种旋转,尽管这种旋转仍被认为无足轻重。因此,在要求 A 所做出的动作及期望 B 所做出的位移之间,存有一种运动学上的极大的不一致性:当它们连为一体的时候,两根滑杆有着不同的位置,而且做出了不同的运动,而一根由手指(或由手握的一根滑杆)推动的滑杆与手指似乎有点动力学及运动学的一致性。简言之,在情境Ⅴ中,自由活动的滑杆 A 是被作为一种工具来运用的,这种工具被受试者看作亲自用手试图去转动 B 的一种拓延;而在情境Ⅵ中,滑杆 A 与滑杆 B 相接,这样,在滑杆 A 可能引起 B 转动之前,它必须经历一种转化。现在,这一不一致性便形成了一种新的、初看起来无法克服的困难,因此就出现了一种共同的趋向,即将 A 向 B 合拢(戴姆、米沃),要不然就使接合点更牢固一些,这将有助于使这一系统的活动成为一个整体(戴姆、富拉)。一些受试者甚至打算去掉安在 B 上的螺丝钉,以便使 B 能够随着 A 而向上运动。此外,如果 B 转动,这些受试者便很难掌握这两端的位移,而这在运用单根滑杆(Ⅳ)时,却是很容易做到的。之所以这样,只是因为他们还不能将 A 的位移与 B 的旋转协调起来。

至于情境Ⅶ等,他们之所以没有成功,是因为这里的旋转与位移的协调(在情境Ⅵ中是退避一边的)与(来自位移与旋转之非替代性的)交替性是齐头并进的,这一点我们将在下面看到。

---

① 事实上,情境Ⅴ的基本任务是相当明确的:不去直接触动 B 而用 A 将糖块提升起来——逐渐地引介这一限制(将滑杆垂直握起)只是使受试者为情境Ⅴ作好准备。

ⅡB水平

ⅡB水平的特点是，对于情境Ⅵ能取得成功，而对于情境Ⅶ却不能成功或在多次试误后才能取得部分的成功。

例子

艾力(9岁3个月) 他转动滑杆。当实验者向他提供松动的滑杆(Ⅴ)时，他便将A垂直地握起与第一根滑杆的一端相接，然后便通过将该端上推而使糖块下降，或者将该端下拉以提高糖块的高度。*它总是向另一个方向动*。我们可以做出更简单一些的排列吗？(他在A与B相接处安上一个螺丝钉，但没有将它穿透。)你为什么那样做？*因为要将这两根滑杆连起来*(这便形成了Ⅵ)。它为什么能动？*螺丝钉使得它上升*。整根滑杆吗？*不，不是这一段*(在螺丝钉与接合点之间)；*一段下降，另一段上升*。(将糖块放在滑杆的下面。)你能使它下降吗？*推A它就下降*。在情境Ⅶ中，与此相对照，他首先在B、C与D的中心安上螺丝钉。下一步该怎么办？*拉，但是那根不行。这一个*(C_5)*将它阻止住了。水平滑杆上的螺丝钉使这根滑杆转动，垂直滑杆上的螺丝钉将它阻止住*(相当于锁住)。如果推A的旁边呢？*这一根会将*(平放的滑杆)*阻止住*。他正确地安上螺丝钉，但预言说，*如果推A，那么这一个*(B_5)*之后的任何东西都会向下*。可以肯定吗？*不，*(D的)*左边将向下*(正确)。然而，对于Ⅷ的六根滑杆，他并没有一步一步去做，因此便忽视了交替作用，也就不能预言相继成分的运动。

珂拉(9岁8个月) 移动情境Ⅴ中松动滑杆的手指动作，同他在情境Ⅳ中的动作一样：先斜向一边，然后上升。在情境Ⅵ中，他仍然是先从这一边推A，然后将A向B合拢以使糖块运动。如果我们把这一个放到那里(在B_5处的螺丝钉)会出现什么情况？*它不会移动。不，我错了，那样会移动的*。但是他却仍然从这一边去推A，然后再拉，*如果我拉，那么这一个*(A)*就会下降，而那一个*(B)*则会上升*。这片纸(放在螺丝钉与接合点之间)呢？*它将随着滑杆而上升*(错误)。要使糖块下降，怎么办呢？*就要将这一个*(A)*向上*。一周之后，他还记得这一原则，并且在B_8处安上一个螺丝钉，继而又放到B_5处。如果你将螺丝钉放到那里(B_8)会怎么样？*它不会上升这么高，因为它并不够长。我们得将其再往后放一放*(B_5)。在情境ⅧA(楼梯，拥有三个台阶、六根滑杆)中，他正确地在这三根平放的滑杆的每一根上安上了一个螺丝钉。*如果你拉这一根*(A)，*那一根*(B)*就会降低*(正确)，*它会使那一根*(E)*降低，使那一根*(F)*升高*。这样他对E与F的预料就是正确的。然而

这只是偶然的情况，因为他并不是一步步地进行论证的，更不用说去理解替代律了。当问及每根滑杆对下一根滑杆的作用时，他正确地预言了 A、B 与 C 的动作，然后补充说，*其余的那些也是一样的*。然后实验者向他出示情境Ⅶ(四根滑杆)，对此，他预言，要想提高在 D 上面的糖块，必须拉 A，这肯定是通过与Ⅵ类比而得出的结论：*A 下降，B 下降，C 转动，D 将要上升*。(实验。)*啊，不对，A 上升，B 下降，C 转动，D 上升，因为 D 由一个螺丝钉支住*。如果要使糖块降下来呢？*A 下降；B 转动；C 转动，但既不上升也不下降；D 下降*。如果 C 不下降的话，那么 D 可能下降吗？*是的*。珂拉显然没有掌握Ⅵ之后各种情境中的因果关系。然而，当实验者要求将Ⅶ画出来时，他一步步地画下去，最后他所画出的构图是正确的，只是 C 的倾斜度太大。然后，当要求他对如何使所有这些情境中的糖块上升作点说明时，他说，*可以，我们必须一次加上两根滑杆。两根时便拉，四根时便推，六根时就拉，八根时便推*。为什么要这样呢？*因为总有一上一下的*。所以，虽然他接近对替代律的理解，但却没有充分掌握因果关系。说明这一点的证据是，在回到ⅧA 时，他在 B、C 以及 D 上各安上一个螺丝钉，然后便说，*不，那样不行——啊，可以，有两个或三个螺丝钉是无所谓的*。

乔斯(10 岁 2 个月)　情境Ⅴ：*我用一根滑杆去推另一根，这样会使另一根滑杆转动*。糖块会沿着什么方向运动呢？*与我推的方向相反*。情境Ⅵ：他开始时试图将 A 向 B 合拢(在 A_9 处有一个螺丝钉)，然后在 B_9 处安上一个螺丝钉，并且说，*这样就像一个关节，两根骨头连在一起，肥肉围在关节的周围*。他最后将螺丝钉移至 B_5，并且意识到，这正如在Ⅴ中一样，在Ⅵ中方向也是相反的。在情境Ⅶ中，他开始在 B_8 处安上一个螺丝钉，然后又在 D_2 处加上一个，继而又在 C(垂直的)上相继安上了几个螺丝钉，他很快便意识到这样做是徒劳的。那么，将它们安在 B_4 和 C_4 处怎么样？*当你拉的时候，它不会动*。于是，最后他在 B 与 D 上安上了螺丝钉：*如果我们去拉 A，便会使得 B 转动，这将使 C 上升，使 D 下降*。但他显然不能对其最后的解释做出概括，因为在情境Ⅷ中，他在 E(垂直)上安上了一个螺丝钉，在 F 上安上两个，*因为 D 拉 E 并使得 F 转动*。在几次尝试之后，他说，*在这里*(C 和 D)*锁住了，太紧*。最后，他想出了一种解决办法，即在 B、D 和 F 上安上螺丝钉。全部吗？*如果我有更多的滑杆，那我就会在每一面上都安上一个螺丝钉，但不是沿着这一边*。为什么用四根滑杆时我们非得去推才能使糖块升高呢？*因为滑杆不多*(他一步一步地描述这些动作)。那么用 B_6 呢？*我们必须拉*。你怎么知道的？*我只是偶然发现的*。

娣德(10 岁 5 个月)　情境Ⅶ：他建议用另外一根平放的滑杆来加固那两根垂直的滑杆，然后说，*也许我应该拧紧那个螺丝钉*(A 和 B 相接处)。想一个更好的办法。(他在 B_5 处安上一个螺丝钉，然后将它移至 B_2。)*我们早就看到，它太长而且升得也太高*。为了将糖块提高，我们必须做些什么？*拉那一个*(A，正确)。使糖

块下降呢？*往上推*。情境Ⅶ(第二次测验)：他再一次建议将所有的接合点拧紧一些，然后在 B_5 及 D_5 处安上螺丝钉并做出了看来是正确的预料：*我在上面推，就会使它上升；我拉，就会使它下降*。你怎么知道？*我从最后一个(Ⅵ，它是以另一种方式做的)知道，然后我又尝试成功*。在第三次测验时，他仍然犯了同样的错误。然而，他的确理解，*一根垂直的滑杆跟一根平放的滑杆不应该拧在一起；否则，会妨碍它转动*。情境Ⅷ等(楼梯等，有四根、六根及八根滑杆)：对四根以及六根滑杆，所做出的反应正确；对八根滑杆，所做出的反应错误，甚至在一步步地向前推移时，也不能发现规律。在第三次测验时，他声称：要提高在 D 上面的糖块，就必须将 A 往下拉，但是，他却一步一步地用错误的论证来证明这一主张的正确性：*拉动 A 会使得它(A、B 的接合点)下降，并使得那一个(B 和 C)的接合点以及这根滑杆(C)和那根滑杆(D)下降*。你肯定吗？*那一根(A)拉动这个(A 和 B 的接合点)提高，这样会使这个(C 和 D 的接合点)下降。因而这个角(B 和 C 的夹角)上升，那个角(C 和 D 的夹角)便下降*。它们是由橡皮带制成的吗？……*哦，错了，我们得推*。然后，当再一次向他呈现由六个梯级组成的一段梯子时，他便发现了这种替代律：*垂直滑杆 A 下降，C 上升，E 下降，F 的右端上升，它一会儿上升，一会儿又下降*。这一个(八根滑杆)呢？*它会下降的*。你怎么能这么快地说出来呢？*因为有四根水平滑杆，如果你要将糖块升高，就必须推。如果糖块放在一组奇数的滑杆上面，那么你必须拉才能使它上升*。这样娣德便在第三次测验结束时过渡到了第Ⅲ阶段。

显然，在经过多次间接暗示之后，这些受试者便从情境Ⅴ过渡到情境Ⅵ。在经过试误之后，这种过渡有时是很快的，有时则不太快。结果他们便逐步地了解到，B 的转动或旋转是由另一端反方向运动之转换或类转换而引起的。然而，这一理解并没有引申到情境Ⅶ(四根滑杆)中去。尽管这些螺丝钉通常都安放在恰当的位置，而且也经常获得操作的成功，但这些受试者的概念化表明，他们未能掌握安在中介滑杆上的螺丝钉的作用，或者说，他们还不能准确掌握该系统得以固定的原因。对于情境Ⅷ等来说，情况也是如此，因为 A 对 B、B 对 C 等的依次影响向我们展现了两种转换。首先是(新发现的)A 对于 B 的转动的影响，这一影响导致了 B 向着 A 的反方向运动。但是也有一种 B 的转动对 C 的影响作用，由它而导致 C 以与 B 的一端(B、C 接合点)相同方向的向上或向下运动，C 的运动也便引起了 D 的转动。结果 D 便经历了一种转换，而这种转换与 B 的转换的意义是相反的。我们可以将这一转换比作下面的符号法则，即(－)×(－)＝(＋)，这种转换不适用比较复杂的情况，因为它是旋转与平移之非替代性的结果。作用于一个旋转体上的准平移与该旋转体作用于下一个准平移(非转换)的效果是不同的，因此，便出现了旋转体的依次转换(B、D、F、H 等：B 和 F 方向相同，D 和 H 方向相同，等等)。我们在这里看到的是一种特殊的转换形式：每一次旋转(或每一个螺丝钉)都使它前面的运动结果发生颠倒。这便对情境Ⅵ中的成功不能保证情境Ⅶ等的成功(除非在认识到前后相邻的两次旋转将产生不同的结果之后，再进行一步一步的论

证)做了说明。

而这一点又恰好是我们的受试者所没有理解的。他们最初的倾向是将业已应用到情境Ⅵ中的概括应用到情境Ⅶ中去,或是重新开始,好像以前他们毫无所知一样——有些受试者甚至像在水平滑杆上安上螺丝钉一样(珂拉和乔斯),也在垂直的滑杆上安上一些螺丝钉。然而,另外一些受试者虽然陈述了这一规则,即螺丝钉必须仅安在水平滑杆上(艾力和娣德),但他们却没有发现替代律。还有一些受试者从一步一步地论证开始,但他们却过早地对他们从比较简单的情境中观察到的现象作了概括(珂拉、娣德开始时便是如此)。简言之,处于该水平上的受试者设法在情境Ⅵ中取得平移与转动的协调(自ⅠB水平以来,他们已掌握了这一事实,即螺丝钉导致了"转动",并且在ⅡA阶段懂得,方向的这一变化引出一种依赖于螺丝钉位置的可变的动作半径),但他们仍然不能意识到这一过程的非替代性,并因此不能意识到业已提及的替代律。

第Ⅲ阶段

在ⅢA水平出现了一种基于一步一步的论证以及对替代律逐渐了解的一般解决办法的萌芽。

例子(ⅢA水平)

塞尔(10岁5个月) 早已从情境Ⅲ和情境Ⅴ过渡到情境Ⅵ了,他从转动开始,然后在*B*上安上螺丝钉。*如果拉,我们就会使B绕着螺丝钉转动*。在情境Ⅶ中,他拉动*A*以提升糖块(像在情境Ⅵ中一样),并且说,*因为这一根很像另一根,不是两根滑杆,而是四根,不过这都是一回事儿*。然后,他便去推动*A*,并做出了正确的解释:*那个螺丝钉*(B_5)*改变了方向;将这个螺丝钉安在这里,这样,这一根*(*B*)*就不会平移。当我们推这一根*(*A*)*时,那一根*(*B*)*就会转动,这就会使这一根*(*C*)*下降,并使得那一根*(*D*)*发生转动,并使有糖块的一边上升*。情境Ⅷ(六根滑杆):*我们得反着做*(*拉*)。*看一看最终会出现什么现象,是上升还是下降*(他在三根平放的滑杆上安上了螺丝钉并一步一步地做出论证)。情境ⅧA(楼梯):*拉*。*因为F必须在右边上升*。如果我们再加上两根滑杆呢?*拉*。*F应该上升,九根也是这样……啊,不行,那样不行,F应该上升,G应该上升,H应该在右边下降*。所以,我们必须做些什么呢?*多加上一些滑杆*(他又加上两根滑杆,形成一段由五个梯级组成的楼梯):*如果H下降的话,I也会下降,并且J会在右边上升*。为什么?*因为它们是在转动,所以,如果一根下降的话,那么,另一根*(*平放的*)*一定会上升*。

亚克(11岁5个月) 情境Ⅴ:*由于有螺丝钉,那根滑杆总是会转动的*。如果

我下降(即用 A 的活动端将 B 往下推),*那根滑杆也会马上下降*。情境Ⅵ:他在 B_3 处安上一个螺丝钉,并推 A 的一边。*我可以做些别的*(在 B_5 处安上一个螺丝钉,并且拉 A)。你怎么想到这一点的呢? *偶然地,我看到它可以在那里转动,因而我知道,如果拉的话,那么它就得转动*。情境Ⅶ:他在平放的滑杆上安上螺丝钉,并且去拉,继而借助于一个三杆模型,对此一步一步地做出了解释。这时,他所运用的替代律是错误的:*A 下降,B 上升,C 下降,D 上升*。然后,他便复归到那个衔接起来的模型:*那样错了……它应该上升*。(绘图。)*A 上升,B 一定上升。啊,不,它在这里下降,C 也下降,D 上升*。为什么 D 会上升呢? *因为有一个小螺丝钉*(接合),*C 下降,D 上升*。八根滑杆:他拉 A,以便用 H 来使糖块降低,并一步一步地做出了正确的论证,这是从情境Ⅵ中概括出来的。然后,他便乱搞一通,进而得出结论:*它是以反方向转动的,这里仅有几根滑杆,并且还是奇数*。真是吗?(他数了数。)*不是,是偶数*。但是毫无疑问在他头脑里有着他在最后表述出的观点:*有一个螺丝钉,你就得拉*(以将糖块提高);*有两个螺丝钉,你就得推*。那么六个螺丝钉呢? *你就得往下推了*(相当于"拉"),*因为螺丝钉的数量是偶数*。

武德(12 岁 1 个月)　同样地,在解决了情境Ⅵ的问题以及掌握了当将螺丝钉安在平放及垂直的滑杆上该滑杆系统得以牢固的理由时,他便对情境Ⅷ采用了尝试错误的办法,然后便发现了这一规律:*对了。我还从来没有相信这一点,并且很好地一步一步地作出了论证*。我们是如何运用两根滑杆来使糖块升高的呢? *拉*。用四根呢? *推*。为什么? *因为有两个螺丝钉*。那么五根呢? *拉,因为是奇数。当是偶数的时候,你便去推*。为什么呢? *因为当我推 A 的时候,它就使得 C 和 CD*(也就是 C、D 的接合点)*下降,因而使 D 上升*。

为了便于比较,下面引用了ⅢB 水平的两种反应,这些受试者未经任何提示便立即在恰当的孔里安上螺丝钉,并非常明白替代律,他们将其归因于这一事实,即每一个螺丝钉都能使得滑杆的运动方向发生颠倒。

例子(ⅢB 水平)

本恩(14 岁整)　立即在情境Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ等平放的滑杆上安上螺丝钉,并且马上便知道何时去拉,何时去推。*应该有一个规律:当该接合点*(AB)*动的时候,那一个接合点*(CD)*就朝着与其相反的方向运动*。楼梯:*如果是偶数*(成直角)*的话,那么就会以一种方式运动;如果是奇数的话,那么就以另一种方式运动*。如果只有一个拐角,为什么必须拉? *由于螺丝钉的作用,这一根*(A)*将那一根*(B)*拉了起来*。

卡特(15 岁整)　*滑杆绕着这些螺丝钉转动*。如果我们仅有一个螺丝钉,我们如何才能够将糖块提升呢? *拉*。那么,有五个螺丝钉呢? *拉*。为什么? *有一个你便拉,有两个你便推,三个也是拉,等等*。三十二个呢? *你还是得推*(正确)。

很明显，处于ⅢA水平的受试者已有了两种互有联系的发现：第一，进行一步一步的论证的必要性，这样才可避免对“上、下、上”等的突发性概括（参见塞尔：*那样不行，我们应该看一下它的结果是怎样的，是上升还是下降*；武德：*我还从来没有相信这一点*）；第二，转动与平移之间关系的非替代性［参见亚克：*它（B）在这里下降，C也下降，等等*］，因而便在滑杆的偶数与奇数同在水平滑杆上螺丝钉的偶数与奇数之间做出了区分。在ⅢB水平，这一规律只是部分地得以推演与重构，而不再一一加以叙述。换言之，受试者最终便根据他已预知的或注意到的某种转换来讨论可能的整个转换系统，因此便在运算的基础上再进行运算（形式运算的一个特点），这使他能在那时（也只是在那时）得以概念化，并且以此来规划自己的全部行动。

结　论

(1) 这一漫长的发展过程涉及对于转动及转动与平移之协调的逐渐理解。仅从概念化看来，很明显，处于ⅠA水平的受试者并未考虑转动，他们不能预期平放的滑杆（在情境Ⅳ中）的运动，甚至当他们在受到别人的提示而使之转动时，也没有意识到自己已经做了什么。因此，他们便不能意识到当自己去推或拉滑杆一端时，手指的运动方向同糖块的运动方向是相反的。他们相信，当手指“下降”时，糖块也下降，等等。

与此相对照，ⅠB水平的受试者对转动的掌握已初见端倪：受试者承认，转动的滑杆（Ⅳ）会*旋转*（考瑞）、*弯弯曲曲地运动*（玛瑞）或*转圈*（皮厄）。此外，受试者也认识到，他的手指与糖块是以相反的方向运动的。然而，他并没有将螺丝钉看作一个支点，而只是赋予它一种辅助的“旋转”力量，类似于或增强了他的手指的功用。他也没有理解，通过变动螺丝钉的位置，他就可以改变滑杆的动作半径。这一点也解释了黎厄的情况：黎厄为加速Ⅳ中滑杆的转动，在滑杆上安上两个螺丝钉而不考虑滑杆是否牢固。此外，他还认为，如果螺丝钉安放在 H_4 这一边，滑杆的牢固就有了保证。在情境Ⅴ中，这些受试者将其活动端往一边推动；在情境Ⅵ及后继各情境中，他们并未做出任何的概括，因而，他们也就完全不能理解了。

ⅡA水平的受试者对旋转效果有了较好的理解。尽管螺丝钉仍被认为有某种旋转力量的性质（这是ⅠB水平所赋予它的），但是在支点与滑杆的能动端（推动糖）之间的长度已被看作活动半径。虽然它的确尚未被看作一个圆的半径，但受试者已开始正确地考虑它了。与此相对照，在情境Ⅴ（松散的滑杆）中的成功与情境Ⅵ（接合在一起的滑杆）中的失败之间仍有着一条极为明显的鸿沟。因为在情境Ⅴ中，自由的滑杆 A 是一种直接为受试者所运用的工具；而在情境Ⅵ中，滑杆 A 牢固地与滑杆 B 相连接。这样，该系统的动作必须分解为 A 的平移与 B 的转动，也就是要分解为两种不同质的运动。事实上，使处于ⅡA水平的受试者感到困惑的是将结合在一起的转动与平移加以区分

与协调，因此，他们的倾向即是将 A 向 B 合拢或使整个系统更为坚固(用第三根滑杆或拧紧接合点，等等)，以力图或者影响整体的平移或者影响整体的转动。

与此相对照，对于ⅡB水平，从Ⅴ过渡到Ⅵ的问题的解决就或多或少地迅速些了，而且注意到这一点也是很有趣的，即转动与平移的最初协调同其合成的出现是携手并进的①。无须说，当从情境Ⅵ过渡到情境Ⅶ的时候，这些受试者甚至没有怀疑这种协调是具有非替代性的——如果一根平放的滑杆以一种方向转动，下一根滑杆就会以相反的方向转动。我们所表明的是这一替代律是在ⅢA水平上逐渐被发现的，而且，关于螺丝钉的恰当作用的(延误下来的)掌握也因此而部分地得到了解释。在这些受试者中，没有一个人将螺丝钉安放在垂直的滑杆上，这与在ⅡA水平所发生的一切形成了鲜明的对照。相反，他们将螺丝钉看作总体转动之可能的中心：*如果拉，我们就会使 B 绕着螺丝钉转动*(塞尔)。最后，在ⅢB水平(武德在测验结束时达到了该水平)，很大程度上由于滑杆运动与接合点位移的相关作用，受试者掌握了交替得以发生的原因：*当该接合点(AB)动的时候，那一个接合点(CD)就朝着与其相反的方向运动*(本恩)。

半转动标志着从ⅠA水平向ⅠB水平的转换，以及对于ⅡA水平上旋转效果较完美的解释。这样，受试者便从对它的掌握过渡到了转动与平稳(ⅡB)的协调，并发现了在ⅢA水平及ⅢB水平上那种协调(替代律)的非替代性质。因此，这里我们所看到的，实际上是向着对转动以及(转动与平移联合引发出的)反向运动之理解的一种持续的进化。

(2) 至于理解与动作本身的关系，随着受试者通过我们的六个分阶段，存在着一种逐渐的倒转现象，这给人留下的印象是极为深刻的。尽管在整个ⅠA水平，动作先于思想，但当儿童到达ⅢB水平时，其动作就要受到推理协调的指导，以致有人能够说出，当用包含(想象中的)三十二个接合点组成的一个系统来提升糖块时，那么第一根垂直的滑杆必须降低，因为有三十二个接合点的系统，其螺丝钉的数量是偶数。

实际上，在ⅠA阶段，受试者一般并不懂得如何直接运用转动的滑杆(Ⅳ)，实验者必须向他演示，如果将滑杆的一端拉下，那么在另一端上的糖块就会升高。确实，泽尔马上将一块糖放在靠近滑杆一端的地方，并往上推其另一端，但他的描述或概念化则与其刚刚做出的动作相悖，他声称自己的手指是往下拉的，而且ⅠA水平的所有其他受试者都提出了同一类型歪曲了的论据。在这一情境中，理解远远落后于实践的原因是，受试者只需利用感知运动调节就能取得成功。不可否认，在感知运动阶段，转换并不是经常发生的，但是，通过将一个活动物体放在一个支撑体的两边以使它获得两种相反方向的力量并不是一件困难的任务，推力方向的转变也不困难。事实上，正是这些补偿调节的直接性，才对这种一般过程的不理解作了解释。

与此相对照，在ⅠB水平，动作与概念化看来是对等的，这既有消极的一面，也有积

① 参看《发生认识论文集》(第28卷)，1973年。

极的一面。从积极的方面来说，对于Ⅳ中旋转滑杆能够加以自发运用及相对理解；从消极方面来说，对于螺丝钉位移的效果无论在动作上还是在思想上均有估计。只是在ⅡA水平时，概念化才开始指导动作，有些受试者便预期动作的半径将由螺丝钉的位移来加以改变，甚至在试图从实践中予以检验该假设之前就是这样认为的。所以，在这里有一种推理协调的萌芽，而这种协调是以对转动过程的部分展示为基础的。但是，在概念化方面这一微小的进步没有继续下去，这是因为，处于ⅡA水平的受试者从情境Ⅳ过渡到情境Ⅴ时，不能将转动与平移协调起来。

在ⅡB水平，这一协调可以受到影响，但通常只是在经过许多次尝试错误之后才受到影响的。随着受试者进入情境Ⅶ等之中，尝试与错误的重要性也随之增强。这种类型的实验行为便提出了动作与概念化之间的准确关系的问题。受试者进行一系列的尝试错误这一事实清楚地表明，受试者本人是不能够做出必要的推论的，因此他必须做出进一步的动作。然而，他的每一种动作既是某一假设的结果，又是引起将要引导下一步动作系列的某种解释的刺激。在这些情况下，人们不会争辩说动作先于概念化，动作仅仅先于瞬息的解释，而且动作本身是某种推理性预期的结果与简单证据。所以，我们在此看到的是概念化及动作的交替，它同受先前感知运动格式所左右的最初的尝试与错误是极不相同的。

在ⅢA水平，这些实验性的尝试与错误成为概念化中一个日渐重要的部分，其形式是推理协调；而在ⅢB水平，概念化已足以向动作提供一套完整的指示图。

(3) 我们仍必须提一下另一个相当重要的结论。几乎每一个受试者都进行了两次测验，而第二次测验的开始部分主要是用于对在第一次询问时所观察到的所有动作及事实的回忆。由于我们没有详细讨论这些回忆细节，因而我们只能对它们的某些重要特征作一下提示，因为它们与我们对这些连续阶段加以分类的体系有关。在ⅠA及ⅠB水平，记忆的形象只不过是受试者所理解的东西，而不是他们所觉察到的东西的系统化。这充分解释了处于ⅠB水平的受试者在描述情境Ⅳ或Ⅴ时，全然忘记了螺丝钉(支点)的原因。然而在ⅡA水平，问题变得愈加复杂，因而在经过多次的尝试与错误之后，受试者在情境Ⅵ中取得了成功。正像我们所看到的，受试者并未根据情境Ⅴ的演绎而做出预料。儿童的记忆向我们表明，这种短暂的以经验为根据的发现是不稳定的：一周之后，同样的受试者在回忆他们已经做了什么的问题时遇到了极大的困难——这清楚地说明了他们仍然无多大把握。总的说来，每当动作暂时先于概念化，尤其每当动作的成功是他人建议的结果的时候，这些有关明显成功的记忆便是极不稳定的。这在ⅡB水平仍部分地发生。这里有一种共同的趋向，即在开始时他们是去拉而不是去推那根活动的滑杆，这是从情境Ⅵ的类推中得出的。因为在情境Ⅵ中，当拉下滑杆 A 以推滑杆 B 的时候，糖块便上升了。现在这一最简单的转换格式强有力地证明，当这些受试者在情境Ⅶ或Ⅸ中发现他们实际上应该上推滑杆时，他们的记忆恢复仍是建立在他们最初预期的基础之上的。在第一次测验结束要求受试者绘画时，这种类型的复归

便发生了。只有凭借第Ⅲ阶段的理解,记忆才真正反映儿童的认知。

这样,记忆的这一发展不但充分地证实了我们分类(阶段)的系统,而且也证实了我们对概念化与动作之间的关系所作出的解释。

第七章　汽　　车[①]

我们将在本章考察受试者制作各种微型汽车的意图，并通过调整汽车之前、后轮轴或调整带有另外两个轮轴并与车身牢固联结的纵轴的方向，描绘出一条弯曲的行驶路线。这一解决问题之方法有助于我们评估受试者在到达某一具体目标或沿某一具体路线行进方面的实际进展，也可帮助我们评定受试者对所完成动作的意识掌握和综合理解。

这些测验涉及三辆汽车，车上没有方向盘，但有一个控制整个车身运动的固定的纵轴。汽车Ⅰ有一个固定的后轮轴和一个可调节的与车身(纵轴)成直角的前轴，因而汽车便能做直线运动。此外，汽车的前轴还可以向左或向右旋转 30°或 60°角，这样它便能沿两个方向中的一个做曲线运动。汽车Ⅱ有一个固定的前轴和一个可调节(能向左或向右旋转 30°或 60°角)的后轴，并能向相反方向启动汽车。汽车Ⅲ的前后轴都可调节。如果它们互相平行，那么汽车就只能移动。

将汽车Ⅰ呈现给受试者，并要他把汽车Ⅰ从 A 向 B 移动(穿过一张桌子)。接着把一块建筑积木置于 AB 中部之上几厘米处，并要求儿童将汽车绕过此障碍物。如果可能，还要求受试者沿一条他事先标明的弓形路线绕过去。如果受试者自己不能安置驾驶装置，那么就要给他指明如何去做。然后便是把障碍物按这样的方式放置，即为使汽车绕过它，儿童不仅要调节前轴，而且还必须将车身指向不同的方向。紧接着便要儿童驾车绕过在 AB 之下而不是在 AB 之上所放置的障碍物(这意味着汽车要向相反的方向行驶)。另外还要询问儿童，如果他不断地推动这辆其轮子固定于一个角度的汽车(即使之沿一条圆形路线运动)，那么将会出现怎样的情况。

然后向受试者呈现汽车Ⅱ，并要他预言后轴的各种不同调节所出现的结果。还要求他说出当把汽车Ⅰ、Ⅱ并排放置(相距只有几厘米)，所有轮子都笔直朝前时汽车Ⅰ、Ⅱ行为之间的差异。在正对汽车一侧并距汽车一定距离处设置一个目标，要求儿童说出，为了使汽车到达该目标，必须做些什么。

最后，向儿童呈现汽车Ⅲ，它的前、后轮轴相互平行或成约 40°角。要求儿童说出，如果从后面推动汽车，那么它将向什么方向运动。

---

① 与 A. 莫洛(A. Moreau)合作。

ⅠA 水平

处于这一水平的受试者用手控制汽车，除非特别要求，否则他便不去调整汽车的前、后轮轴。

例子

费斯（5 岁整） 他认为，汽车得沿一条直线且末端带有环形路线的线路才能绕过障碍物。然后他用手推动汽车并使之改变方向。你做了什么？（他指向行驶路线。）对汽车做了些什么呢？*我推了它*。设法只用一个手指推汽车（他像先前那样去做）。演示汽车的驾驶装置后，他尝试以各种方法使用该装置，但都失败了，*因为它转动*。这两种情况（垂直和倾斜的轮轴）一样吗？*不，这里汽车斜着运动*。用那个（倾斜的轴）将会怎样？*汽车将笔直向前走*（标出一条与桌子边缘垂直的路线）。用那个（轮轴与桌子边缘平行）呢？*它将斜向一边*（路线与桌缘平行，也就是向轴的方向而非轮子的方向运动）。

克洛（5 岁 2 个月） 她用手沿 AB 推动汽车。你是如何控制手的？*像那样*（在汽车之上）。这样（稍微弯曲地绕过障碍物）呢？（程序相同。）汽车怎样运动？*这样*（她指向路线）。用手这样做容易吗？*是的*。车轮起作用吗？*是的，它们滚动*。请重新开始并设法利用轮子去做。（程序同前。）像这样（明显的曲线）呢？*我直着推它，然后把它提起来再转弯*。难道车轮不能帮助你改变汽车的方向吗？*是的*。请做给我看（以一个稍倾斜的角度固定轮轴）行吗？*如果你那样，那么汽车就转弯*。这样（较大的曲度）呢？*像那样*（轮轴的固定相同，然后借转动整个车身进行矫正）。显然，克洛不仅未能理解轮轴各种不同固定方式的意义，甚至也未注意到她驾车行驶过的路线以及她用手操纵了车的哪个部位。然而，经过几次尝试之后，她终于理解了处于ⅠB 水平的儿童从一开始就想当然考虑的内容。轮子是干什么的？*它们能滚动*。如果我们移动车轮（即改变轮轴的方向）呢？*你若移动轮子，那么它们就帮助轮轴使汽车变向*。

卡尔（5 岁整） 他沿曲线拉动汽车。你如何使汽车运动？*像那样*（指向路线）。向他演示如何驾驶汽车。那个起什么作用？……如果我们移动轮子，那么它起什么作用？*这很难说*。试一下。（他先改变轮轴的方向，并用双手推汽车，然后拉动汽车。）如果你像那样（实验者转动轮轴的方向）固定它呢？*它将转弯*。然而，他还是用手控制汽车。当问他如果使前轮轴转到最大限度，那么汽车将沿怎样的路线运动时，他标出了一条很长的近乎直线的曲线。经过几次尝试之后，他试图

预见正确的路线，但他唯一的解释是，*它跑到那儿是由于轮子的作用*。对汽车Ⅱ的反应与此相同。

这些受试者第一个有趣的特征是，他们对汽车绕过障碍物的路线作出独特的预测：他们不是想象出一条由 A 到 B 的大曲线，而是描绘出一条在中部带有不规则突起的直线。特别是，他们从未考虑到汽车的放置要与直线 AB 成一定的角度。这一反应的原因肯定有两个方面：第一，（这一点与狗或猿的行为特征相反，与鸡的行为特征相似）他们发现越过障碍物是困难的，因此他们便最大限度地使任务减轻，或使它成为一种纯粹的局部的任务；第二，（它同第一点是密切相关的）直线以及由直线构成的形状似乎比曲线更富有意义。

第二个显著的特征与前一个相联系。我们看到有一种普遍的倾向，认为轮子的本性决定了它们必定做直线运动，因而它们就不能影响汽车运动的方向。这就说明了处于这一水平的受试者不去尝试驾驶汽车而只用手控制汽车的原因，甚至当把驾驶装置演示给他们看时，受试者的反应仍是如此。所以，费斯确信，如果轮轴与桌缘平行，那么汽车自身将沿与桌子平行的方向运动。克洛和卡尔确实意识到，通过改变轮轴的方向，可使汽车沿一条曲线行驶，但他们却很少利用这一知识，而且还是倾向于用手控制汽车。然而，与费斯不同，卡尔预见了轮轴可能影响汽车运动的一般方向，但他却不能把轮轴的不同角度所产生的各种效果区别开来，并在后来声称，汽车将沿一条弯曲的路线行驶，而该曲线的尾部是一条直线。克洛最初并没有非常明确地察觉到汽车的行驶路线与轮轴向右还是向左有关。

受试者对自身动作的理解首先集中于后来的各种结果。当要求受试者描绘他们已做的事情时，他们就干脆指向汽车所走过的行驶路线。如果受试者真想继续对他们的动作过程加以描述，那么他们就用比较含糊的言辞进行描述（费斯说，*我推了它*），要不然就设法（不成功地）区分那两种情形，即受试者用手和依靠对轮轴进行各种不同的固定来调整汽车的行驶路线。

ⅠB 水平

处于这一水平的受试者，只要前轴能引起他们的注意，他们就开始对之加以利用。

例子

巴赫（5 岁整，发展水平处于ⅠA 和ⅠB 之间的例子）　他拉车绕过障碍物。你做了什么？*我使它转弯*。如果是一辆真的汽车你怎么来改变方向呢？*转动方向盘*。这小东西（轮轴）能对你有所帮助吗？*它能帮助我改变汽车的方向*。怎么改

变？（他通过对轮轴进行两三次连续的调节，成功地绕过了障碍物。）你做了什么？*我改变了轮子的方向*。几次？如果我将轮子这样（与车身平行）放，那么汽车将向哪儿跑？*像那样*（一条直线）。这样（轮轴稍微倾斜）呢？（他标出一条带有突起的绕过障碍物的曲线，但对倾斜较大的轮轴他却标出了一条方向错误的曲线。）*汽车转弯是因为轮子改变了方向*。

萨尔（6岁整） 她先用手控制汽车。*你能看到轮子转动*（当轮子被转动时）。那有什么作用吗？*是的，它帮助汽车改变方向*。请试一试。（操作同前。）你利用它了吗？*没有，因为我们不能使它*（随意地）*改变方向*。实验者固定轮轴。（在用手进行几次调整后成功了。）像那样（轮轴更加倾斜）呢？*转弯转得更大，因为那个*（轮轴）*进一步向后旋转，并且轮子也转得更多*。向这个方向（障碍物在相反的一侧）运动呢？*我们必须使车轮转向这一侧*（轮轴向相反方向倾斜）。然而，尽管萨尔作了正确的预见，但她还是拒绝预言汽车行驶的全部路线。通过观察汽车你能看出它是否将从立方体的后面通过吗？*不能*。（多次尝试并修正路线。）当呈现汽车Ⅱ时，她表现出完全不能理解：*我们没有办法，因为它在后面*。如果前、后轮轴的方向相同，那么用前轮轴和用后轮轴*就没有什么差别*。她的实际尝试证明了她的错误，但她未作相应的改变。

戴（6岁整） 他立刻认识到，如果改变前轴的方向，那么汽车将会随之改变方向，他还标出了正确的行驶路线。但对于绕过障碍物，他把轮轴固定，但这种固定不是使汽车走过他应选择的凸形路线，而是使汽车走过凹形路线。当汽车接近障碍物时，他重新调整了车轮的方向。你做了什么？*我先笔直地行驶，然后改变方向，向后转再向后转，最后停在这儿*。你几次改变轮子的方向？*三次：这里，那里，这里*。（他所指的是绕过障碍物的三个位置，但没有一个位置与实际改变路线的任何一个点相对应。）他其他的许多尝试都是相同的类型，没有一次试图控制汽车的方向，有好几次在运行中或多或少地纠正了变化的行驶路线，但不能对所完成的动作予以精确的说明。当实验者改变前轴的固定方式，并使车身朝向不同方向时，戴认为正是后者才决定了汽车的行驶路线。他还认为，只有在车身与桌缘垂直或平行的时候，预见汽车的行驶路线才是可能的，这样，汽车就完全处于*端正状态，并且我们就能改变轮子的方向*。但是，甚至在汽车完全处于端正状态时，它的行驶路线也是不确定的，*因为它时而走到这里，时而又走到那里*。此外，如果车头的指向歪斜，*那么改变方向的是汽车，而不是轮子*。汽车Ⅱ：在进行了几次尝试后，这是从最后一次尝试中得出的另外一种转法。当把前轴以一定角度固定时，*它转向这个方向*；当把后轴以同样角度固定时，*它转向那个方向*。在最终修正其错误之前，戴还是将两个轮轴以相同的角度加以固定。

艾拉（6岁8个月） 她立即固定前轴以绕过障碍物。*我已靠轮子启动了汽车并行驶到这里*，因为在一辆真正的汽车里，*你先转动方向盘，方向盘使轮子改变方*

向，然后汽车才改变方向。但她在途中不得不作几次调整，并大体上正确地估计了汽车总的运动方向，同时也意识到前轴角度的变化将改变汽车行驶路线的曲度。她唯一的解释是，*汽车向一个不同的方向行驶，但我不知道为什么*。尤其重要的是，她不能考虑出在不作进一步调整的情况下能使汽车绕过障碍物的任何固定方式。至于指出车身的方向，要把这一效果与前轴的效果联系起来是不可能的，除非汽车与桌缘垂直，*因为要不这样的话*，它(汽车)*就太歪了*。(汽车Ⅱ的)后轴与前轴相同：*后轮像这样*(↗)*运动，而且这一个*(前轮)*也是这样。它们都向同一地点运动，但前、后轮所做的变向并不相同*。

卡特(7岁1个月) 她说，*我们能立即着手改变汽车的方向，因为你能直接看到它转向这个方向*。然而她被迫在途中调整汽车，并解释说，*如果车轮不能朝这个方向，那么你就必须推它，因为*(否则的话)*它要费很多的时间*。事实上，她似乎期望曲度发生变化(从凹形向凸形变化，或者反过来)，并说，*因为轮子改变方向，所以当你推车时，汽车就会向右运动*。

我们会有趣地发现，处于这一水平的儿童(正如我们在其他研究中所得到的)开始预见到，若推一块小金属板的中心，*它将绝对笔直地往前走*，然而当从一边推它时，*就将改变方向*。他们也开始领悟到，如果汽车前轴的方向改变，那么汽车的方向也将改变。这些都是受试者在十分不同的动力学和假设情境中初步掌握旋转的例子。

另一个有关的进步是，受试者对能绕过障碍物的行驶路线作了一般性的正确估计：一条曲线，而不再是两条直线与一个突起相连。

此外，受试者根据最初的固定对一般性运动方向所做的预见也逐渐完善：受试者能说出汽车是向右还是向左运动，也知道哪一种固定轮轴的方式将使汽车绕过处于 AB 之上或 AB 之下的障碍物。然而，他们仍然犯了许多错误(如萨尔)，尤其重要的是，他们没有认识到汽车的行驶路线有着必然的规律性，如6岁的戴解释说，*它时而走到这里，时而又走到那里*。

就实践的方面而言，尽管受试者正确地预见了汽车的一般行使路线，但没有任何受试者能将轮轴固定得在不作进一步调整的情况下使汽车行驶。这种总的反应清楚地把处于ⅠB水平与处于ⅡA水平的受试者区别开来。

最后，他们对连续性运作的意识掌握得并不好于ⅠA水平的受试者。例如戴就错误地认为，他已对车轮作了三次调整，并指向三个错误的地点，因为他相信汽车沿着一条他认为应该行驶的路线行走，而不是沿着他的动作对汽车产生影响的那条路线运动。

ⅡA水平

处于这一水平的受试者或者能正确地固定前轮，或者能意识到他在哪里出现了错

误，并能回忆起他被迫作的调整。

例子

皮格(6 岁 11 个月)　他说，*前轴使汽车改变方向*。请设法使汽车绕过积木。(通过调整路程的中间部分而获成功。)你能使汽车不加调整地一次绕过障碍物吗？*我可以*(从后面)*推，而且*(在固定车轮之后)*它就会改变方向*。对于较弯曲的曲线，他正确地从一个较低点启动汽车，但未把车身的方向与前轴协调起来。在矫正之后干脆说，*我有点作弊*，边说边指向他沿汽车的行驶路线所做的一次调整。他期望通过以与汽车Ⅰ的轮子相同的方向固定汽车Ⅱ的轮子来取得同样的效果。

弗拉(7 岁 4 个月)　他在发现前轴之后说，*车轮使汽车转向一侧*。他相当精确地固定了轮轴，在汽车将要碰到障碍物之前，他并没有修正行驶路线。他正确地预见说，由于车头与桌缘成 90°角，所以把前轴做反向的固定就会产生相反的效果，但对车头偏斜的情况不知所措，对可调整的后轴(汽车Ⅱ)也一筹莫展。

希克(7 岁 3 个月)　他首先认为，一种对轮轴的单一固定将不会使汽车一直行驶下去。然后，在使轮轴做最大限度的转动并推动汽车之后，他正确地绘出两轮的行驶路线。他不能调整车头，但对轮轴的不同固定所出现的结果作了正确的预测：*这样*(小的倾斜)，*它行走的路线就比较直*(＝较长的弧)，*那样它将大大改变方向*。有什么差别？*它是不同的。因为……如果我们始终在推呢？*(他画了一个圆圈。)*它还要回到这儿*。两个(固定)方式走出的圆圈相同吗？*不，这一个*(轮轴转动的幅度较大)*不太直*。哪一个能走出较大的圆圈？是这一个(轮轴稍微倾斜)吗？*不，那个更小些*(自相矛盾)。另一个呢？*较大*。请试一试！*不，这是另外一种转法*。为什么这一个(倾斜最大的轮子)走较小的圆圈呢？*因为轮子紧靠木头*(纵轴)。他认为如果车头与前轴指向相同，那么曲线将变得更弯曲，但并非必定如此。他也认为汽车Ⅱ的行驶路线是不同的，但在开始时他声称，要说出汽车Ⅱ的行驶路线是不可能的，然后他像对汽车Ⅰ一样做出了正确的预见。

莫尔(7 岁 2 个月)　他正确预见了前轴固定的结果。*它将围着一个圆圈行走，并回到原来的地方。如果你改变汽车的方向，那么它就会改变方向并回到出发点*。这两个(较大和较小的转弯)有差别吗？*有，这样*(轴转弯较小的)*汽车行驶得直一些，它转得像一个椭圆*。那样呢？*轮子转弯越大，它就越转向我们想要汽车转向的那一边，这样就走出一个较小的圆圈*。这(纵轴的方向)是否重要？*不，只使轮子改变方向就够了*。对于汽车Ⅲ，他开始的预测是，如果前、后轴平行，那么汽车将做一次双变向。你能从轮子看出来吗？*从哪一个？从两个*(一对)。他在对他的预见进行检验之后说，*依我之见，它将不能行驶到那里*。你在看什么？*我在看轮子和车身*(纵轴)。我们只用轮子就能到那里吗？*是的，我认为是这样，车身只是跟着轮*

子走。

韦尔(8岁11个月)　从汽车Ⅱ开始实验,在经过几次尝试之后,他便设法正确地固定后轴。然而,当紧接着向他呈现汽车Ⅰ时,他却没能以相反方向固定轮轴。它将向哪里运动?*向前*。前轮能起作用吗?*是的*。那么,请尝试一下。(他先以错误的方向固定车轮,然后纠正了错误。)*最好改变后轮的方向*。这样更有用吗?*是的*。为什么?……你能控制汽车(Ⅰ)吗?*不能,因为……它将不起作用。如果我把它像这样放置,它就笔直地(向上)行驶;如果我把它朝向另一侧,它将撞到立方体上,所以不能这样做*。但他在结束时却取得了成功。当要他固定两辆汽车的轮轴时,他先对它们做了错误的固定,然后正确地预见了汽车Ⅰ的路线,但不再知道汽车Ⅱ将向哪一侧行驶。

这个阶段的受试者所取得的实际动作方面的巨大进步是,他们能够通过仅对前轴加以固定便绕过障碍物,这涉及一个良好的方位感。与这一进步有着密切联系的是,他们意识到汽车将最终回到出发点。尽管希克仍然对由前轴的两种不同的固定方式所产生的两个圆圈做了错误的判断,但莫尔却认为,一个较小的倾斜将产生一个较大的圆圈(一个椭圆),而一个较大的倾斜将使汽车较少地改变方向。

我们也应该注意,在进行这些尝试的过程中,受试者开始逐渐理解他一定得做出的所有矫正的原因。这一进步与较精确地决定汽车的行驶路线有着密切的联系(各种不同固定车轮方式的差别)。尽管先前水平的受试者所做的是比较自动的调节,但这时对正确方向的选择却是以主动调整为先决条件的,这是意识理解的源泉。

然而,如果要使汽车绕过一个离它太远的障碍物(这样,前轴的方向若不再作调整就不能接近该障碍物),处于这个阶段的受试者仍感到不知所措。在那种情况下,这些受试者(如希克)只是把汽车的出发点向后移动,但没有把车头指向一个不同的方向。此外,当问及这一反应时,他们还忽视了汽车所指方向的重要性:莫尔说*只使轮子改变方向就够了*,因为*车身只是跟着轮子走*。

这一反应也对这些受试者没有认识到对汽车Ⅱ后轴的固定可使车头偏向相反方向这一点作了解释。皮格和所有其他的受试者都认为,汽车前、后轴的方向相同,所产生的效果也相同。最使人感到惊奇的是韦尔的反应,我们先向他呈现汽车Ⅱ,他在进行各种尝试的过程中作了极好的调整,这就清楚地表明,实际动作方面的成功先于认知的成功。然而在呈现汽车Ⅰ时,他就混淆了,并在开始时将前轴的方向固定错了。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

尽管处于ⅡB水平的受试者开始把纵轴和前轴(汽车Ⅰ)的作用协调起来,也能预见后轮轴(汽车Ⅱ)各种不同的角度所产生的各种效果,但与处于第三阶段的受试者相

比，他们仍然没有掌握后轴的效果与纵轴位置之间的联系。

例子（ⅡB水平）

尼斯（8岁整） 他正确预见了前轮轴各种不同角度对汽车运动方向的影响，并很快地意识到，如果不再次调整车头的方向，那么汽车将不能绕过一个远距离的障碍物。*如果我不这样放，那么它将碰撞那个立方体*。车轮呢？*像那样*（前轴倾斜到最大限度），*那将转大弯绕过去*。你在看什么？*轮子，看看它将如何转弯*。更重要的是什么，是车轮还是汽车的朝向？*车轮*。汽车呢？*是的，它也同样重要*。汽车Ⅱ：*那将在后面转弯。要驾车绕过去，我们必须使那*（后轴）*转向另一个方向*。为什么？*因为如果你像这样放置轮子，那么汽车将向那个*（相反的）*方向驶过去*。

哈尔（9岁整） 他做出同样的反应。我们必须留意什么？*轮子*。汽车的朝向重要吗？*是的*。我们应更加注意哪一个？*两个都要注意*。然而对于汽车Ⅱ和前、后轴平行的情况，他预见将有一个较急的转弯，*因为两个都能大大地转弯*。为什么它不笔直地运动？*因为轮子把车身向后拉*（这说明重要的是前轴而不是后轴）。

派尔（9岁1个月） 他设法绕过距离最远的障碍物。*我将把汽车像这样指向*（呈45°角），*然后改变轮子的方向并一直开到那里*（几乎到达尽头）。请解释你所做的。*我像这样出发*（他指向汽车的角度）。下一步要他用汽车Ⅰ和汽车Ⅱ向另一个（稍高且向左）地点开过去，他正确地将汽车Ⅰ的轮轴向左加以固定，将汽车Ⅱ的轮轴向右加以固定，*因为汽车Ⅱ的轮子向这个方向运动，汽车Ⅰ的轮子向另一个方向运动*。（虽然他描绘出汽车Ⅱ的轮子走过的两条路线，但他认为它们的长度是相同的。）为什么长度一样？*我不能用语言表达出来*。（向他出示汽车Ⅰ和汽车Ⅱ的图案，其中汽车Ⅰ的前轴向左，汽车Ⅱ的后轴向右。）这对你有所帮助吗？这时他指出两辆汽车将向同一个方向运动。再向他呈现汽车Ⅱ：它将向哪个方向运动？*那个方向*（正确的方向和完整的圆圈）。

布（9岁2个月） 像哈尔一样没有解决汽车Ⅲ的问题，尽管她正确预见了汽车Ⅱ的方向。对于远距离的障碍物，她不但调整了后轴，而且也调整了被她看作汽车方向的车头。

塞普（9岁2个月） 他做出同样的反应。对一个远距离的障碍物，他改变了汽车的出发点，有时将车头重新加以调整，并精确地预测了横轴的各种不同角度所产生的效果（并描绘出汽车将走出的各种圆圈）。

泰尔（9岁6个月） 他做出同样的反应。他立即正确地预见了汽车Ⅱ的方向，并补充说，*这好像另一辆汽车Ⅰ被倒过来一样*。这是对“逆向”这一概念所做的一个极好的表述，但这不是一个完整的解释。

奥波（9岁11个月） 针对一个远距离的障碍物，他迅速成功地把车头方向作

了重新调整。当把前轮轴做最大限度之转向与纵轴的不同位置结合起来时，他正确地预测了汽车运动的各种方向和路线：*像这样*（纵轴成很小的角度）*它将继续往前走*。为什么？*因为它走的路线像那样*（小的曲线），*不是像这样*（大的曲线）。对于汽车Ⅱ，他立刻标明正确的方向，并解释说，*如果它们*（前轮）*向后并像这样转*（向同一方向），*那么汽车将像那样*（向相反方向）*走*。

米夫(10岁4个月) 汽车Ⅱ：*向后是同样的，但必须把轮子转向另一个方向*。你要留意什么？*轮子的位置和汽车的位置*。对于汽车Ⅲ（前、后轴平行），他最终的结论是，*如果不像这样*（两个轴向相反的方向）*固定，它就不会移动*。这句话表明他已升入第Ⅲ阶段。

例子（第Ⅲ阶段）

吉亚(12岁7个月) 汽车Ⅱ：*如果把后轮的方向固定，那么汽车应向与后轮相反的方向行驶*。请你作些解释。*这非常简单，后轮的运动方向与车子行驶的方向相反*。那是什么意思？*如果你要向右运动，那么得将前轮向右转动，其他的轮子将向左转动。这个*（右后轮）*跟着转动，那个*（左后轮）*将运行得多些，因为它走外圈*。（他正确地画出了两个轮子的运动路线。）哪个重要些？把车头向右指。车头还是轮子？*如果你把车头指向一侧，而轮子的方向不变，那么汽车就会绝对笔直地行驶。所以，我认为轮子很重要*。车头呢？*噢，没有另一个你就不能说这一个……你必须两个都用*。

依德(12岁3个月) 汽车Ⅲ：它将驶向哪儿？*它不能动*。你怎么知道？*我已看了轮子*（指向平行固定）。*汽车不能改变方向，它将被固定住*。为什么？*因为这些轮子恰好指向同一个方向*。

因此，为了能绕过最远的障碍物，处于ⅡB水平的受试者便设法把纵轴与前轴的位置协调起来。此外，他们还认识到他们必须同时想到两个因素：尼斯说，汽车的方向与轮子的方向*同样重要*；哈尔认为我们必须*两个都要注意*（参考米夫）。然而，尽管受试者没有详细说明这些矢量的合成，但他们在实践中却能把它们加以综合。我们在其他研究中也发现，这种对于矢量的合成首先出现于这一水平的受试者之中。

所以，我们会有趣地发现，受试者还预见了汽车Ⅱ的运动方向将与后轮的方向相反，也就是后轴的方向将产生与前轴方向相反的效果。事实上，在这里我们再次看到了横轴与纵轴的协调，这就是说，前、后轴方向相同，汽车将被往后拉向相反方向，而处于ⅡB水平的受试者似乎对这一效果不能理解。派尔说，*我不能用语言表达出来*；而且当泰尔对后轮的方向与前轮的相反方向所产生的效果相同这一点加以解释时，他只是设法证明其预见的正确性，而没有提供一个因果性解释。派尔画出了后轮的行驶路线，这说明他前进了一步，但由于他画出的后轮的两条路线长度相同，所以我们便不能确定他

是否考虑了纵轴的偏斜。至于汽车Ⅲ(前、后轴平行)的问题,处于ⅡB水平的所有受试者都未找到解决的方法(表现出第Ⅲ阶段反应的米夫除外),所以就有必要进行一次确定其发展程度的重要的测验:对汽车将做直线运动的预见需要把牵引力与使两个横轴对纵轴产生影响的偏斜效果结合起来。

至于第Ⅲ阶段的受试者,吉亚所画的汽车Ⅱ后轮的运动路线图清楚地表明他不仅掌握了汽车的一般运动方向,而且也掌握了纵轴的逐渐旋转;与汽车Ⅰ不同,它没有被拉向与轮子相同的方向。在这一方面,依德对汽车Ⅲ已理解两对互相平行的轮子的作用要互相抵消,这意味着他对纵轴作了考虑。

结　论

从直接的操作到基于几种综合效果的轮轴方向之固定这一长期的发展,很好地说明了儿童已经能够把有着显著差别的材料(概念化的或非概念化的)结合起来,也说明了推理协调的本质,并由此说明实际动作的成功与认知发展的联系。

我们首先应该注意,尽管在到达一个高级阶段之前,受试者还不能把纵轴位置的变化与横轴的方向协调起来,但纵轴已经成了受试者首先考虑的因素。因为在ⅠA水平他们用手控制汽车,认为车轮只是"滚动"而不能改变汽车的方向(克洛),所以受试者未言明的推理是,如果他们能改变整个汽车的方向,并由此而改变纵轴的方向,那么它们就会自动改变轮子的方向。在进行几次尝试并向他们呈现轮轴的不同方向所产生的效果之后,受试者便发现了一个ⅠB水平的新颖效果:如果不把横轴与汽车方向呈90°角固定,那么汽车就向左或向右移动。在这种情况下,纵轴便失去了它的重要性。而现在未加言明的推理就是,决定汽车运动方向的仅仅是前轴。接着受试者发现,尽管能预见汽车从A到B绕过障碍物的路线,但是,如果不在途中重新调整前轴的方向,一次性固定前轴方向就无法达到上述目的。由此所得的下一个发现——ⅡA水平的典型特征——是轮轴方向的所有变化,即使这种变化很小,也将改变汽车的行驶方向,并且轮轴的方向必须与所提出的曲度密切联系起来。因此,除了如此引入的主动调整以及对这种调整较深刻的理解,这种主动的协调还会导致一个新的推理性的协调:每一条与前轮轴某一特定方向相匹配的曲线,(其直径)都是由这种特定方向所决定之圆圈的组成部分。

然而,像处于ⅠB水平的受试者一样,处于ⅡA水平的受试者仍低估纵轴的作用,因而便不能在不作进一步调整的情况下绕过远距离的障碍物,或者说不能掌握(汽车Ⅱ)后轴的不同方向所产生的各种效果。进一步观察可导致一种新的协调,纵轴的重要性(它蕴含于处于ⅠA水平的受试者的操作中,但在ⅠB和ⅡA水平却遭到了忽视)在此时得到了充分的理解。那一新的发展是ⅡB水平的典型特征,它把预见到的作为轮

轴方向之功能的汽车行驶方向同预见到的作为起点之功能(由此也是纵轴之功能)的汽车行驶方向联系起来。然而,这种协调仍是部分矢量性的,而不是因果性的,这就解释了处于这一水平的受试者仍不能处理汽车Ⅲ问题的原因。最后,在第Ⅲ阶段,协调具有了一种因果性的意义,也就是说,纵轴的作用不仅能被加以预言,而且也能得到理解。

第八章 小 船[①]

一只有龙骨的帆船漂浮于一个大圆碗中。船上有一个舵和一面正方形的帆(或更准确地说是一块有机玻璃,它垂直安装于一个圆形洋铁罐的裂隙中)。这只洋铁罐固定于帆船桥楼之中心部位,这使儿童能够转动船帆并使之滑动。一个电吹风机提供“风力”,受试者可根据需要改变风向。除此之外,碗里还有三只浮标:一只与船的出发点相对,一只在它的右边,一只在它的左边,这左、右两只作目标使用。

与船有关的第一个问题是安装一个舵,但不能配制船帆,所以我们必须以手作为推动力。不为儿童所知的是,要把舵放端正或放成一个角度,而且实验者要等待儿童自发地评论它的作用。如果他不能这样做,那么就要把儿童的注意力吸引到这方面来,并要求他把船驶向位于左边或右边的目标。要注意儿童的成功和失败,并要求他描述其动作,解释其动作的各种结果。

然后把帆固定,把舵放端正,并将儿童的注意力吸引到这一事实上来,即帆能转动或能伸出船的一侧或另一侧。实验者要再次观察儿童的行为以及他所确定的帆的各种位置与船(以及“风”)的方向之间的关系,还要要求儿童详细描述其动作,并解释其动作的各种结果。

最后,要他把舵的效果与帆的效果综合起来。他所达到的协调一方面是认知的:他必须领会到,他可以不把舵转向一个特定的方向,而是通过转动船帆,直到它位于一个平行的方向或向相反的方向伸出。另一方面,这种协调是活动的:如果把舵转向某一方向,将帆伸向另一个方向,那么就会增加前者的方位效果;如果把两者拉向同一方向,那么它们的效果就会相互抵消;等等。

第Ⅰ阶段

处于ⅠA水平的受试者认为在操纵方向方面,舵并不比汽车之横轴(第七章)有更大的重要性。

① 与S.由赞(S. Uzan)合作。

例子(ⅠA 水平)

娣德(5 岁 5 个月) 他毫无困难地把舵放端正,并使船驶向 A。要船到那里(B)呢?(他在不使用舵的情况下连续六次推船运动,失败。)难道我们不能到那里(B)?*不能*。(他斜着推船。)它改变方向了。为什么?……你做了什么?……很明显,他未能从舵能对船产生影响的演示中受益。

犹尔斯(5 岁 10 个月) 她把船开向 A。实验者把舵转向左边,犹尔斯试图像先前那样使船到达 A。*它转圈了!*(新的尝试。)*它仍在转圈*。为什么?*因为这个小的东西(舵)已被改变方向*。你能使船完全笔直地行驶吗?*我们必须把它(舵)放端正,也许我们得把它放在另一侧*。(她进行尝试。)*它(船)回到另一侧*。为什么?……你先前也是那样,你知道为什么吗?*不知道*。它(舵)是干什么的?*它是发动机*。它有什么用呢?*它使船在水上运动*(也就是说它所引起的是运动而不是方向)。我们如何确保船笔直地行驶?*我们得把船放得完全端正*。(她这样做了,但舵却偏向一侧。)*它转弯了*。为什么?*我不知道*。(实验者把舵弄端正。)现在它将笔直地行驶吗?*我不知道*。(试一试。)它为什么笔直地行驶呢?*不知道*。然后,犹尔斯试图将船开向侧面的目标,但她却忽视了舵的作用,甚至在实验者为她拨正船的方向时她仍然如此。在结束时询问她:船为什么向那(向左)运动?她回答说,*因为你转动了那个小的东西*。即使如此她仍然指向龙骨,而不是指向船舵。

巴乌(5 岁 6 个月) 他也只考虑船的方向,而且开始时忽视了实验者固定舵的各种方式。然而,他最后终于看到船向 A 运动与舵的端正位置之间的联系。什么使船笔直地运动?*那个*(舵)。它是干什么用的?*使船向前运动*。它如何使船向前运动呢?*它可改变方向*。他指向先前观察到的位置,但他还是用手而不利用舵来改变船的方向。

我们看到,这些受试者在开始时非常自然地把船的运动方向归因于它最初所指向的方向,而且完全忽视了舵的作用,甚至当实验者改变舵的方向时,情况仍然如此(娣德)。或者他们虽然发现舵确实起一定作用,但却认为舵的作用像一台发动机一样*使船在水上运动*(犹尔斯)或*使船向前运动*(巴乌)。这种反应非常有趣,它表明处于这个水平的儿童把所有的运动都看作朝向一个具体目标行进。所以,如果舵确实能对船的运动有所帮助,那么它必定是加速船朝"正确的"方向运动。这就解释了犹尔斯为了使船到达 A 而朝那个方向推船以及完全忽视舵之定位的原因。此外,处于这个水平的受试者还不能把对物体一侧的压力(因此而转动)与对其中心部位的压力(由此而做直线运动)区别开来,好像船的最终方向仅仅由它出发时的方向(因而也就是受试者)所决定的。与之相反,处于ⅡB 水平的受试者开始意识到,转动和直线运动依赖于推力的作用点,而不仅仅依赖于船出发时的方向。于是受试者便开始意识到舵可"驾"船这一点,尽

管他们仍没有理解舵的全部效果，也没有掌握帆的功能。

与此相对照，处于ⅠB水平的受试者开始觉察到转动和直线运动依赖于推力的作用点，而不仅仅依赖于船出发时的方向。于是，尽管受试者仍没有理解舵的全部作用，但他们却开始考虑舵对船的“驾驶”。受试者也没有领会帆的功能。

例子（ⅠB水平）

黎厄（6岁整） 开始时（像处于ⅠA水平的受试者一样）他完全忽视了舵，尽管舵已被转向左边，而且船也未能到达A。实验者把舵弄端正，船现在笔直地向A移动。要求黎厄使船向右运动。他把舵向左转动，并向右推船，所以没有成功。紧接着他继续尝试错误，直到最后成功为止。*现在船向左了*。（他轻轻地把舵向左移动并使船斜着开动，部分成功。）你做了什么？*我移动了那个红东西（舵），并斜着推船运动*。那个红东西有什么用？*驾驶船*。它是如何驾船的？*你可把它转向你想去的地方*。向右呢？*你得像这样移动那个红东西*。但事实上他使舵端正并斜着推船运动。使用帆时完全失败：为使船笔直地运动，黎厄把帆向右转，等等。

奈特（6岁4个月） 开始时他向着目标推船并忽视舵的作用，但最后成功地使船笔直地运动。*它（舵）很有用，如果改变它的方向，那么船也得随之变向*。怎样才能向那里（完全笔直地）运动呢？*我们必须把舵放端正，这将使船笔直地运动*。如果我把它像那样（向右）放置呢？*它将静止不动，因为水很平静，船把水挡住了*。你先前做了什么？*我把舵放端正并推船运动*。这样（舵向右）能使船向右运动吗？*能，但我必须使它稍微改变方向*。（他再把舵稍微向右移动，部分成功。）*我转过得太多了*。为什么？*水推船*。它为什么像这样（舵是端正的）笔直地运动？*它劈开水，使船笔直地运动*。向那里（向右）运动呢？*这是困难的，我不知道如何使它转弯*。使它向左运动呢？*这很难说*。它为什么笔直地运动？*它劈开水，使船笔直地运动*。如果把舵像那样（向右）放置呢？*它劈开水，这与我用手是相同的（船的一般方向），那将改变它的方向*。帆：*如果改变它的方向，那么它几乎可改变船的方向*。他向右拉帆以使船向左运动，并反过来做。为使船完全笔直地运动，他将帆转向各种方向，并在最后说，*如果帆在中部（与船桥成90°角），那么船就不能转弯，因为没有推动力，所以就没有什么力量使它笔直地运动*。他最终使船笔直地穿过碗，并说，*因为在侧面没有什么东西，所以推动力来自侧面*。如果它是倾斜的，*那么这意味着它正被推向那里（在右侧），风吹到帆上并推动它*。要求他把帆与舵的作用作一比较，他说，*我明白了，我明白了，那（舵）靠水起作用，正是水使它向另一个方向运动*。那么帆呢？*靠风起作用，因为它是一块薄片，当它像那样（倾斜）时，它就这样（错误的方向）被推动，因为薄片向水倾斜并把风挡住*。

斯蒂（6岁5个月） 他把舵放端正并使船向A运动，然后左转舵使船向右运

动。我已改变它的方向，哎哟，不，错了。（他把舵向右转得太多，在观察了结果之后仍向右转得太多。）为向左运动，他正确地固定了舵，然后再把它放端正，并向左推船。帆：把帆与船桥成90°角固定，但没有发现更多的情况。

锐依（6岁6个月）　他先把舵向右打并设法使船向A驶去，失败四次之后把舵左移，又失败之后他把舵放端正。为使船向左航行，他使舵处于端正状态，并把船向左推。为使船笔直地运动你做了什么？*我把舵放端正，不然的话就向旁边斜*。为什么？*因为那个小东西（舵）驾着它*。如何驾？*因为它是铁制成的，因为这块铁是弯曲的，它不是木头*。向右运动呢？*我把舵放端正，转动船*。你能用其他方法去做吗？*不能*。

格拉斯（6岁5个月）　他最初的反应方式相同。然后说，*如果我们转动它，船将改变方向*。这样做（舵指向右）怎样呢？*它将向那里运动*（笔直地）。为什么？*噢，不对，我认为它将向那儿*（向左）*运动，因为它像这样*（以一个弧）*转动*。它（舵）起什么作用？*它使船改变方向*。如何改变？……

所有这些反应表明，尽管受试者已发现舵对驾船有帮助（黎厄），但甚至在观察了几次之后他们仍不能对方向做出正确的预见。所以当黎厄（他似乎已对做出正确预见所需要的条件略有所知）继续把舵固定并斜推船运动时，很显然他完全相信第二种方法。当奈特说用舵驾船困难时，他得出了非常类似的结论。斯蒂（在几次错误之后他把舵指向左）把舵转回向右（错误方向），并把船推向他要去的方向。锐依认识到舵能“驾船”，但舵只能笔直地驾船而行，否则它必定向两边来回地摆动。格拉斯也有非常类似的反应。

如果把这些结果与上一章（关于汽车的驾驶）所讨论的结果作一比较，我们就会发现两组ⅠB水平的反应有一个共同的特征：认识到运动物体方向之部分改变将改变物体运动的整个方向——汽车前轴被用来改变汽车的方向在方式上与用舵来驾船运动是相同的。然而，因为轴在汽车的前部，而舵在船的后部，这一差别便造成了这一结果，即在两者的使用方面，前者（轴）要比后者（舵）容易得多。与此相对照，纵轴对船的作用比对汽车的作用更显而易见，因此受试者常常倾向于用手推船运动。奈特凭暂时的直觉表明他已达到ⅡA水平的初期阶段，除此之外，其他受试者对帆的利用完全不知所措。

ⅡA水平

处于ⅡA水平的受试者仍通过尝试错误进行操作，并开始掌握有关的各种关系。

例子

阿克塞（7岁3个月）　为使船笔直地运动，我们必须做什么？*要把叶片（舵）*

绝对放端正。如果你像那样(向左)放置,那么船将改变方向。为什么?因为像那样它将把水拨到一边。向那儿(向右)运动我们必须做什么?像这样(把舵左移)。为什么?因为它将改变方向。(尝试。)哎哟,我已把叶片转到了错误的一侧(把舵向右移得太多,因而船绕其轴线转动)。怎么了?我们得像那样(向右偏较少)放置它以到达那里。为什么?因为叶片偏斜较少。(实验者把舵左移。)它将转到那儿(向左)。像这样(舵向右转90°)呢?如果你像那样推它的话,它将完全停止不动,因为它会把水挡住。(尝试。)我认为它不能转动,这就同叶片像那(向右转45°)一样。帆:我们如何使船笔直地运动?把帆放端正(成直角)。向右呢?我将像那样(向左)放置它。为什么?不然的话它就笔直地运动。向左呢?(他把帆右转。)我把它转向另一个方向。为什么?因为风使帆在这里下来(在延伸的一侧)。然而,当他试图转动帆时,却向错误方向拉它。而且,为了借助帆和舵的帮助以向右运动,他把两者都向左拉;要向左,则都向右拉。几次尝试后:我们得把帆转向一个方向,而把舵转向相反的方向。

克里(7岁11个月) 为使船笔直地穿过碗,开始时他像阿克塞一样把舵放端正,但为使船向右运动,他却把舵向左转动。在经过几次尝试与错误之后,他把舵向右移动。哟!为使船向左,他首先把它笔直地指向那个方向并推它,然后便利用舵。你已做了什么?我把舵放端正,然后轻轻一推。还做了别的什么?我把它稍稍放向这(正确的)一侧。必须把船转动两次,然后它到那里。在那之前你做了什么?我使它像……运动,我不记得了。他继续出现错误,直到他最后学会从一开始就把舵正确地放置。我把舵移向我想去的方向,水使船到达那里。它如何到达那里?它在舵上运动,舵使它转弯。难道它还没有转过去?它撞击舵并使船改变方向。当把舵放端正时呢?这两个(两侧的水;他也指向舵的两侧)以同样的方式撞击船舵。帆:使它处于中心部位船便能笔直地运动,但要使船向右,(它转向了错误的一侧)然后向左运动,他却把它转向不正确的一侧:风刮到这里,并留在那(左)侧。就风的角度而言这是正确的,但这反映出受试者一个未言明的信念,即风把船拉向使船倾斜的一侧。一个星期以后,他正确地把帆固定。我把它转向这一侧,因为风使船改变方向。然而,他没能看到当帆从一侧转向另一侧时,船的方向就要逆转过来。我们要让风吹在帆的这一侧。(尝试。)哟,不,在那一侧。为向右运动,我得让风吹在左侧。难道舵不起任何作用吗?不,它也起些作用,但我不能确切地知道它起什么作用……当帆不转动时,它就能替代帆的作用。他没有把帆的侧面平动与舵协调起来:我们必须把舵和帆置于同一侧。总这样吗?是的。

宙赫(8岁2个月) 开始时他向左推船,然后向右推船。我的目的是到那里,等等。还有别的方法吗?是的,我们能稍微移舵。你能像那样使船向右运动吗?(他把舵右移,在检验了结果之后又发现右移太多,因此只是部分成功。)你能做得更好些吗?(稍微修正角度且几乎接近目标。)向左呢?(把舵向左转得太多,然后

调整，成功了。）你是如何做的？我改变舵的方向，船也改变了方向。为什么？因为舵已移动，水中出现了小波浪。帆：宙赫使它位于中心部位，用电吹风机驾船。出现了什么情况？热风驾船运行。如果把它放到左侧，那么船就向右运动；如果把它放到右侧，船就向左运动。为什么？不知道……风使它运动，它推帆，帆就推船。但他认为必须用帆或舵驾船，而不能两者都用。

基布（8 岁 5 个月）　她立即说，为使船向右或向左航行，必须把舵移向相同的方向，而且她的几次尝试都是旨在改善其航程。对于帆，她开始时把它滑向错误的一侧，但在几次尝试后作了矫正。为了向右运动，我得移动船帆，以便使较大的一边一直朝向左侧。如果我把它移向另一个方向，那么船将向左运动。我们如何用舵使船向右运动呢？把它向右移动。用帆呢？要用另外一种方法。向右运动必须使帆较大的一侧在左边。但她没有考虑把这两种效果协调起来。

瓦尔（9 岁 9 个月）　为到达 A 而把舵放端正。向右运动呢？我像那样（向左）移动它。不，错了。（进一步向左移动。）我把它转得太多（不断地调整，最后成功）。出现了什么情况？它把水挡住了，所以它再也不能向这个方向（向右）移动。长时间用伸出的帆进行尝试，最后成功了，但没把帆和舵协调起来。

甚至对于年龄较大的受试者（11 岁以下）来说，把帆与舵协调起来也是他们力所不及的事。

儒尔（10 岁 9 个月）　他先后把舵和帆的方位效果分别归因于水和气流的作用（我在这一侧推风，等等），然而他却总结说，我明白了！即使用帆，我们仍需要后部的舵。帆只推船，所以还必须有舵。我们得把舵转向某一侧，并把帆放端正。你不是用帆来驾船的。

拉恩（10 岁 9 个月）　他得出了类似的结论：要向右运动，你必须或者把舵右转，或者使帆在左侧伸出，但我认为你不能两者都用。因此，如果用帆改变船的方向，那么就必须把舵放端正。

这些受试者最为显著的进步是，在或多或少地持续不断地进行尝试错误之后，他们最终获得了有关舵的各种位置与船的方向之间的相对稳定的关系。克里和我们尚未选用的其他几个受试者，经过几次尝试错误之后也成功地借助于帆使船驶向想去的一侧，成功地解决了两个任务中比较困难的一个。当逐渐把帆滑向左或右（向与舵相反的方向滑动）时，出现了几次迅速的成功（阿克塞），这些成功无疑是由于这一解决问题之方法与移动电吹风机这个比较简单的解决问题之方法之间有明显的相似性（在这种情况下感知运动的调节有利于适应。参阅宙赫一例），要不然受试者（克里、基布、瓦尔等）就不能注意到逆向（他们把帆移向打算使船向那运动的一侧，并在观察到这种错误之后加以改正）。

使我们感到惊奇的是，尽管所有的受试者已发现舵与帆对船之方向的影响，但他们从不考虑把这两个因素加以合成（甚至向他们提到这一点时，他们也拒绝去做），如克里

认为舵*能替代帆*。他们至多相信，如果把舵放端正，也就是说如果两个因素中的一个不起作用，就能靠帆驾船运行(拉恩)。

造成这一令人惊讶的反应的原因似乎有两个。第一，每当把帆向某一方向伸延时，它肯定得朝着与舵的方向相反的方向。这就是克里甚至在发现要*向右运动我得让风吹在左侧*之后，除了说两个东西必须总在同一侧(所以自相矛盾)，仍不能把帆的效果与舵的效果互相关联的原因。第二，即使那些已克服这种困难的受试者，相对而言仍不能把两个矢量或两个不同方向的力合成起来。甚至对于应该发展到ⅡB水平的十几岁的受试者(他们能够合成同种性质的力)来说，情况也是如此。所以尽管儒尔能成功地用帆驾船航行，但他还是得出了这样的结论：帆*只是推船，舵用来撑船*。

ⅡB水平

处于这个水平的受试者能把舵与帆协调起来，但不能给予正确的解释。

例子

古尔(9岁2个月) 在用舵迅速取得成功以及经过几次用帆的尝试之后她发现，如果把电吹风机置于帆的左侧，那么船就向右开动。要她用另外的方法：你愿意怎么做就怎么做。(为了向右，她把帆滑向船的左侧，并使舵右转。)*也许我们应固定舵，并*(同时地)*把帆加以变动*。当舵向左时，为什么船也向左运动？*如果有些水流的话，那么水就推船*。这里有水流吗？*没有*。那又为什么呢？*因为*……帆呢？*它由风来推动*。

涂斯(9岁9个月) 通过把舵左移、把帆右滑成功地使船向左航行，*因为风在那儿*(右边)*使船向左运动，在这儿*(左边)*使它向右运动*。舵：*这好像船陷入一个水洞*。

胡斯(10岁1个月) 他把舵正确固定并解释说，*它把水挡住并使水稍微上涨，所以这就有助于改变船的方向*。他通过尝试错误也发现，船要向哪一侧运动，必须使帆向这一侧延伸。当他(自发地)设法加强这些效果并驾船向右时，他把舵和帆都向右移动。*这像滑雪一样，你可把全部重量集中于一块滑雪板上，这使你向下朝着一个方向运动，船也同样如此*。当他发现自己错了之后，便将帆向左滑动并使舵右移，但他仍犹豫不决：*我认为它将向右运动，但这样说我没把握*。然后他观察和掌握了舵和帆共同作用的效果：*风鼓满帆，船*(向左)*转动；当这块木头向左转时，船也向左运动*。

皮德(10岁6个月) 他几乎立即就取得成功(先使用舵，然后使用帆)。他认

为舵和帆产生各不相同的效果,但后来看到了自己的错误。如果我把帆向这儿移动,那么船将向哪里运动?*气流吹到帆上,并滑过它,所以船向另一个方向运动。*如果我们也用舵呢?*这也没有用。*还有其他到那里的方法吗?*有,可以用舵。如果你把帆(在中心)放端正,你就可以用舵驾船……或通过改变帆的方向驾船。*如果我们把帆固定在右边并用舵的话,情况会怎样?(他把帆向右滑动并把舵左移。)*它使船向左运动。*要向右运动呢?他把两者颠倒过来,但未能说出它们各自的效果。

肯斯(11 岁 5 个月) 为了驾船右行,肯斯把帆向左延伸。如何使船左行呢?*我将把舵向右打,并在右侧吹帆,所以船能容易地改变方向。*

我们看到 10—11 岁(最容易出现力的合成的正常年龄)的受试者在把帆与舵的作用进行合成方面已不再有什么问题。只有胡斯和皮德仍犹豫不决,但这是因为皮德认为无法同时使用舵和帆,而胡斯把驾船与滑雪做了错误的类比。

我们还应注意,在受试者设法对这些方位效果的合成予以因果解释之前,他们已能很好地应用这种合成了。这意味着在说明原因之前,他们已能对各种效果加以协调。在我们这个特殊实验中,这只是自然的事情:效果是可以观察到的,而原因却必须得之于推断。这就说明了有些受试者(如皮德)完全束手无策而另一些受试者却借助于重力的原因。然而,另一些受试者是在两个明显不同的含义(或者看作与水或气流之压力等同,或者把船的平衡点移向一侧)上借助于重力的。古尔曾提到水流,但随后又否定了它的存在,并且不能想出更好的办法;涂斯想象水中有一个把船吸入的沟或洞。大多数受试者以一种笼统的方式提到了水和舵或气流和帆之间的联系。我们之所以说是"笼统的方式",是因为他们没有详细说明它们之间的联系所引起运动的具体细节。换言之,他们描述了观察的结果,而没有分析原因。

第Ⅲ阶段和结论

处于第Ⅲ阶段的受试者对帆和舵各自的效果做出了适当的解释。

例子

安姆(11 岁 7 个月) 这是怎么回事(即把帆向左伸出时船就向右运动)?*气流不是在正中间推它,帆向左伸出船舷,这好像我们向右推它(帆)。*它为什么向相反的方向运动?*它像舵一样,风吹在这里,水向这个方向(↓)流,但气流像这样(↑)朝与向左相反的方向流动,并把船向右推。*

杜恩(12 岁整) 舵用来干什么?*用来驾船。*它怎样驾船?*它控制着一*

侧……当水像这样(↓)到那里时,它撞击并控制船的舵,然后船就改变方向。与之相反,帆在左边,风被送回并向右推船。风从这儿(左)吹走。你怎么知道它从这儿吹走?因为它像那样(↑)推,又不能向后绕转。我们能一同使用舵和帆吗?我们能像这样(向左侧伸出)*把帆固定,把舵向右打。*

吴(12岁9个月) *当帆向左侧伸出时,风(↑)在那儿的推力更大些,因而船向右运动。当把舵向右转时,情况就不同了,水流(↓)在那儿的推力*(对舵的推力)*更大些;这样情况就不同了,好像有些风(↑)存在着。*

佩尔(12岁10个月) *把舵转向左,水像这样*(沿船的轴线指出方向)*移动并被推向左。帆:如果风像这样(↑)吹到帆的中部,船就向右运动,所以如果我想使船向左运动的话,就必须把电吹风机指向右侧。*

布尔(13岁6个月) 也解释了必须将舵和帆转向相反方向的原因:*我认为它(舵)把水拨到一边,它阻止水从右侧流过,并且使水向左流得更多些——它像这样(↓)拍打舵,并把水拨向一边。对于帆,风斜着吹过,对这侧比对另一侧的推力更大些。当帆位于右侧而舵被转向左侧时,风在左边比右边吹得更加流畅,而水在右侧比左侧更容易流动。*

巴乌(13岁10个月) *当我把舵转向右时,船向右运动,因为它把水挡住了。水在这儿向下撞击它,船像这样移动。若把舵水平放置呢?那么它不能把水控制住。帆:要向右运动,风就必须在左边推帆(↑)。*

斯特(13岁2个月) 有同样的反应方式。*如果我把帆转向与舵同侧,船将非常笔直地运动,因为两者所产生的作用相互抵消了。*

所有这些解释都涉及对有关矢量的说明,因而这些解释就代表一个相当大的进步:这些受试者不仅很明显地意识到风推船向前运动(↑),而且也觉察出尽管水完全静止不动,但对船而言它仍处于相对运动(↓)之中①。*水向这个方向(↓)流*(安姆),*水像这样(↓)到那里*(杜恩),*那里水流(↓)大些*(吴),*它像这样(↓)拍打舵*(布尔),等等。换言之,他们认为舵的作用像一个控制水力大小的制动闸(杜恩、巴乌和布尔在某种程度上都这样认为)。然而,即使风使帆出现一定程度的偏斜,但帆仍被风推动,*因为它不能绕回去*(杜恩)。所以布尔的解释是,当帆朝右、舵向左转时,*风在左边比右边吹得更流畅,水在右侧比左侧更容易流动*。反过来说就是,水和风必须在船的不同侧"拍"或"压",并且要向相反方向"拍""压"以期产生相同的效果。如果它们在一侧"压"(如斯特所放置的那样),*船将非常笔直地运动,因为两者所产生的作用相互抵消了*。

总而言之,处于ⅠA水平的受试者既不理解舵的作用,也不理解帆的作用;处于ⅠB水平的受试者认为有时是舵有时是帆能"驾驶"或"转动"小船,但他们不能确定两

---

① 有人认为,年轻的爱因斯坦在一次从苏黎世(Zürich)到伯尔尼(Bern)的火车长途旅行中开了个玩笑:"你能告诉我刚刚停在火车外面的车站的名字吗?"

者间的正确关系。处于ⅡA水平的受试者通过大量尝试错误学会了确定两者间的正确关系，但没有意识到可把两个因素加以协调；处于ⅡB水平的受试者虽然能设法在实际操作中将两者协调起来，但没有理解这样做的原因，只有到了第Ⅲ阶段他们才能领会这些原因。

如果把本章的结果与第七章所描述的结果作一比较，我们就会发现，处于ⅠA水平的受试者忽视了汽车前轴的功用，并且用手驾车，这同本章用手撑船的例子是非常相像的；处于ⅠB水平的受试者开始理解轴可帮助“转动”汽车这一点，而且他们说出汽车将转向何方的速度也比说出船将转向何方的速度要快些，因为车轴在车的前部，而舵则在船的后部；处于ⅡA水平的受试者开始理解前轴的不同方向所产生的确切结果，但不能把它们与后轴或纵轴的各种不同固定方式协调起来；处于ⅡB水平的受试者学会了在实践中进行这种协调，但不能理解这样做的原因，只有到了第Ⅲ阶段他们才理解这一点。

还有另一个相似之处。对于汽车，纵轴和横轴的因果性协调涉及对前轴拉车身运行这一点的认识，并要理解后轴应朝相反方向转动。对于船，他们一方面确定了风和帆作用之间的相似关系（从后部到前部），另一方面也确定了水和舵之间的相似关系（从前部到后部）。所以在这两种情况下，受试者必须进行完全相同的矢量合成，而这正是第Ⅲ阶段所要做的。

这些相似性表明，事实材料的相关甚至对儿童的解释依赖于几何学方面的协调。在ⅠB水平，几何学方面的协调尚未发展到足以把舵和帆的位置与船的方向联系到一起的程度。在ⅡA水平，对应形式中的运算能使受试者掌握有关被单独选用而不是一同选用的两个因素间的相互联系。这是因为对两者同时加以协调需要一个空间的构造（协调系统的开端），而且在ⅡB水平之前这种构造尚未形成。即使达到ⅡB水平，受试者也不能做出可靠的解释，他们或者坦然承认自己不知道，或者求助于*水流*（古尔），或者设想出沟或*水洞*（涂斯），等等。最后，在第Ⅲ阶段，舵或帆的位置与船之方向的协调便逐渐发展为水或风之方向与船之方向的矢量合成，此外还伴有相对运动的观念，因此便能做出整个系统之几何学和动力学（因果关系）的解释。

第九章 缠绕链条①

有各种形状(圆形、正方形、三角形)的薄板，其周长有两个不同值(我们将简称为大的和小的)。它们互相配对并以直立状态与一个轴相连接。薄板的边缘有许多凹槽。要求儿童选择两条链条(悬挂于钉子之上)，当把它们挂到每块板子上时，链条将以其自由端可同时到达板子的顶部这样一种方式把板子缠绕起来。

问题似乎极为简单：要解决这个问题，儿童只需使所选链条的长度与板子的周长相等即可，也就是说，同样长度的两条链条要与两块小的或两块大的薄板相配，两条不等长的链条要与两块不同周长的薄板相配。(偶尔也要求他们把链条缠绕成不同直径的三个圆圈。)在预备性实验中，我们使用了悬挂于细绳而不是链条的大小不等的砝码，并提出一些有关砝码同时到达的问题。但后来我们决定消除这一无关因素。在这两种方法中我们都要求受试者在实验结束时正确地对其动作予以简要说明，并问他们能给其他实验伙伴提供什么样的建议。他们的回答将表明他们对所涉及过程的领会程度。

和以往一样，事实证明，问题要比我们预料的更加复杂。我们能加以确定的各水平发展的顺序表明：在受试者能做出正确的反应之前，他们必须既能考虑到链条的长度，又能考虑到板子的大小(在ⅠB水平之前这是不可能的)；必须能弥补链条在长度上的不同(ⅡA水平)；必须能把板子的周长与其表面积区别开来(ⅡB水平)，并最终从问题中直接推断出解决问题的方法(第Ⅲ阶段)。

这一发展的缓慢速度产生了一个有趣的问题：如果受试者不能直接看出同时到达顶部的两条链条的长度必须与板子的周长相等，那么这一内在关系(它是物体在空间方面的典型特征)的发现是不是(凭借几何学运算推测出来的)那一关系的构造或再构造？换言之，该问题的解决是否需要(除基于客体本身之“经验的”或物理的抽象之外的)基于受试者的运算或行为的反省抽象？这是我们在本章力图回答的中心问题。

---

① 与T.维果保罗(T. Vergopoulo)合作。

第Ⅰ阶段

例子(ⅠA水平)

玛瑞(4岁8个月)　在利用细绳一砝码做实验时,她仅仅忙于挑选同样的砝码(每边或者放一个,或者放两个),她将这些砝码挂到细绳和随意选择的薄板上。随意选择的薄板包括一块小三角形薄板和一块大圆形薄板。如果你把砝码拴到那儿(大圆形),我把我的挂到这儿(中圆形),那么情况将会怎样?*我会赢,我的转得快些*。(尝试。)你为什么没有赢?*我不知道*。为什么这两个同时到达了?*因为你拉它们两个……因为它们转动了*(两块小板子)。谁将赢?*我*。为什么?*因为拉*。

布尔(5岁3个月)　他把一条长链挂到一块大圆形薄板上,将另一条长链挂到一块大三角形薄板上:*它们将同时到那里*。它们中有一个将到达得快些吗?*是的,那一个*(三角形)。为什么?*因为它大些*。(实验。)*不,两个都赢*。紧接着他便把一条长链挂到一个小三角形薄板上,把一条短链挂到一个大圆形薄板上。哪一个将赢?*那个*(小三角形)*赢,那个大圆形将输*。我想使两个都赢(同时到达),那么必须怎么做?*用另一条与第一条链条长度相等的链条*。用这些(小三角形和大圆形)呢?*它们都赢,因为链条的长度相同*。尽管多次失败,但他仍认为用其他板子做实验也都会同时到达。用相同的链条我们就能赢吗?*是的*。总这样吗?*是的*。大板和小板一起用也是这样吗?*是的*。只用小板子呢?*是的,只要链条*(长度)*相同*。

尼克(5岁2个月)　他选择了同等大小的板子,但却挂上了长度不同的链条:一条长链与一个小圆形薄板相配,一条短链与一个小三角形薄板相配,然后是一条长链与一个小圆形薄板相配,一条短链与另一个小圆形薄板相配,等等。但有一次他把两条短链挂到两个小圆形薄板上,但不明白它们为什么应同时到达顶部。紧接着他把一条长链挂于一个小圆形薄板上,把一条短链挂于一个小三角形薄板上。然后他似乎得到这样一种观念:*不,我错了,我们也必须把一个大的挂到这儿*。但他只是将两条链条交换一下。在实验结束时,实验者问他是否有一些使用两块小板子并使链条同时到达的方法,他便把等长的链条与它们挂在一起。对于取得成功的原因,他只是说,*正因为两个都是小的,所以两个都赢了*。为什么用这两个(一大一小)不行?*因为一个是三角形而另一个是圆形*。

例子(ⅠB水平)

希(5岁6个月) 他使用长度不同的链条和一个大正方形薄板、一个大圆形薄板,并说,它们将不能一块到达,我们得使用一个很大的。你怎么知道?我不知道,不过这要花费很长的时间。(成功。)它们同时结束了!还能有别的方法吗?用一个小三角形和一个大三角形。它们将同时结束吗?(他测量链条的长度。)不……是的……不,因为我们没有两个大三角形。我们必须用两个相同的,因为小的较短而大的又较长。尽管如此,你还是能使它们同时到达的!(他选择两个大圆形并取得成功。)我做完了。它们的长度相同。还有些别的方法吗?我想用两个小的(成功地使用了两个小三角形)。我选用了两条小链,噢,不,一条较长。(他选择了两条相等的链条并把它们与两个小正方形连接。)它们将同时到达吗?是的,我确信它们两个都是链条长度的2倍。还有别的方法吗?没有任何其他方法。一个男孩告诉我他能用一个大三角形和一个圆形去做。不,你需要两个大三角形,否则就不行。另一个男孩告诉我能用一个大圆形和一个小圆形,但要用不同长度的链条去做。噢,让我试试看。(他把一条双长链固定在小圆形上,把一条单长链固定到大圆形上。)我们需要另一个小东西。但他说这是可能的。它将不起作用,因为那一个(大板子)需用较多的链条,而这个需要的少些,所以我们在这里(大圆形)需要一条小链条,那儿(小圆形)需要一条大链条。但男孩说你能用两条不同的链条去做。(他进行思考。)这个较大并做较大的转动,那里(小圆)我们需要较少的链条。(似乎要放弃。)但男孩把一条链条用在小圆形上,将另一条用在大圆形上。噢,那么我将为小圆形拿一条小的,为大圆形拿一条大的。(成功。)你也能用一个大圆形和一个大三角形去做吗?能,但如果我们用不同的形状,那么我们就必须用不同的链条。

考沃(5岁3个月) 她把两条长度不等的链条与两个小圆形连接。不,这没有用,因为链条必须同样大小。(矫正并成功。)这样能行,因为链条的长度相同。使用两个大圆形的情况与前相同。有没有其他的方法?(她把两条不等长的链条分别挂到一个大三角形和一个小正方形上。)它们将同时到达吗?是的,因为它们(链条)是相同的。(尝试。)不,因为这个三角形太大。(拿一个较小的三角形。)一个男孩告诉我也能用一个小圆形和一个大圆形来做。不,因为如果你用一个大圆形和一个小圆形,那么对一个来说链条将要很长,对另一个来说又要很短。请试一试。不,它们没有一同结束。我们能做什么?(她指向两个同等大小的圆形。)先前用它们时可没有成功。噢,我们需要一条较小的链条。为什么?因为没有较大的。我们到底需要一条较小的还是一条较大的?一条较大的。你将把它挂到哪里?挂在小的(圆)上,用同样大小的就不行。能说出需要一条较小的还是一条较大的吗?

需要一条较大的，否则它将不起作用。（她把一条双长链条与一个小圆形连接，把一条单长链条与一个大圆形连接，并进行尝试。）这样行吗？*不行，我们需要两条小链和两个小形状。*试一试。*它们同时到达。*为什么男孩说得对？*因为我们使一条大链与大图形在一起，使一条小链与小图形在一起。*但她拒绝应把两条大链固定在一个大三角形和一个大圆形上的建议：*那样行不通，因为它们的形状必须是相同的。*

迈尔（6岁8个月）　在将一根长细绳与一个小三角形连接，把一根短细绳与一个小圆形连接之后，他又把一根长细绳以及一根短细绳分别与一个大三角形和一个大圆形连接，并做出如下结论：*我们须用同样数量的细绳和同样大小的形状。*实验者把一根长细绳系于一个大三角形，把一根较短的细绳系于一个小三角形：那样行吗？*不，因为这个大而那个小，而且细绳也是不同的。*

佩尔（6岁9个月）　他有同样的反应方式，但他也说，当板子较大时，*它将转得快些。*因此他拒绝把一个三角形与一个大圆形结合在一起：*第一个较大，它延伸出去，所以细绳太短。*

塞格（6岁8个月）　他说，*我们需要两条长度相同的链条和两块形状相同的板子。*一个男孩告诉我用一个小圆形和一个小三角形也能成功。*不，那样不行，它们的形状不相同。*试一试。（他这样做了。）*噢，是的，这样能行！*用一个大圆形和一个小圆形呢？*是的，那也可能。*（他使用相同的链条。）*不，一个大些。*应该怎样？（用各种配对进一步尝试。）*不，这样不行。我们需要两个大形状或两个小形状，并且链条必须同样长。*

佛尔（6岁10个月）　有同样的反应方式。用这两个（一个大的三角形和一个小的三角形）行吗？*行，因为它们是相同的*（形状）。试试看（三角形）。（失败。）*不行，这一个太小。*大小有关系吗？*不，没有关系。*应该怎样？*我不知道，我们必须使用相同的链条。*一个男孩告诉我，用一条长的和一条短的链条以及不同的形状能行。*是的，用那些*（大圆形和大三角形）。*我们必须把大链条放在这儿*（圆形），*把小的放在那儿*（三角形）。（失败。）这男孩告诉我将一条大链用于较大的形状上，较小的一条用于较小的形状上。*是的*（成功），*因为圆形较大。*

玛瑞（6岁6个月）　她成功地使用了两个小三角形。*这之所以能行，是因为这两个是三角形。*（正方形和圆形）*这样能行，因为链条大小相同，它们以同样的速度转动。*大三角形和大圆形：那样行吗？*能行，因为两个都是大的。*但她也把同样长度的两条链条与一个大三角形和一个小三角形连接：那样行吗？*也许行，但你不能肯定，因为大的转动得快些，所以，为使与其相配的链条能到达顶部你将必须把小的也转得快些。*这两种形状需占用同样数量的链条吗？*是的，因为它们都转得很快。*这意味着它们占用同样数量的链条吗？*啊，不，大的需要的多，而小的需要的少。*然而在她最终补偿各种效果之前，她继续把一条长链与一个小正方形连接，

把一条较短的链条与一个小圆形连接，甚至把较长的链条挂到较小的而不是较大的板子上。

要表明所有受试者的共同倾向无须更多的例子。所有受试者共同的倾向是，他们把所有的成功(他们常把这看作两条链条都赢了)都归因于两个因素中的一个。在利用细绳-砝码做实验时，玛瑞起初特别注意砝码相等，在多次失败之后，她加快了转动的速度，其(未表达出来的)观念是大圆形比小圆形转得快些。然后，在对结果进行观察之后，她仍无视板子的大小，并且不再谈及*拉*或*转动*。在用链条做实验时，除长度之外，布尔忽视了其他所有的方面，并认为链条越长，不管板子的形状和大小如何，赢的可能性就越大(与较短的链条相比)。与此相对照，尼克只注意板子的大小，而忽视了它们的形状以及链条的长度。当他把不等长的链条放到两个小形状上而没有取得成功时，他只是更换链条，最后竟完全忽视了链条的长度。

与之相反，处于ⅠB水平的受试者不仅注意到板子的大小，而且也开始相当迅速地注意到链条的长度，并把这两个因素互相关联。然而，他们仍坚持要使用不等长的链条，并经常使用形状相同的板子(参见希和考沃在实验结束时的情况，佛尔和玛瑞开始的情况，以及塞格的*我们需要两个大形状或两个小形状*，等等)。换言之，处于该水平的受试者仍然缺乏补偿各种效果的能力，尽管他们中的大多数都忽视板子的形状而只详细思考其大小，但他们并没有认识到，为了使在大小不相等的板子上的链条同时卷动，他们必须把一条较长的链条与较大的板子连接，而把较短的链条与较小的板子连接。

在没有实验者口头建议的情况下，这些受试者也没有设法对各种效果加以补偿。除此之外，甚至当实验者把一条大链挂到一块大板子上，把一条小链挂到一块小板子上时，有些受试者(如迈尔)仍认为这样不行，因为形状以及细绳(的长度)*是不同的*。当实验者继而建议把不等长的链条与不同大小的板子一同使用时，迈尔毫不迟疑地改变了想法。但正是基于这一显著的事实，其他几个受试者在错误含义上提出了补偿作用，希望增加一条小链条于大圆形上，增加一条大链条于小圆形上。考沃也提议把一条较大的链条与那个小圆形相连接，而迈尔则认为，因为大圆形转得较快，如果要使两条等长的链条同时到达顶部，那么较小的一定得加速。毫无疑问，正是这种观念(参见佩尔)才解释了希和考沃令人惊讶的最初的错误：因为小板子处境不利(由其形状所引起的较小的速度或较小的动力)，所以它必须用一条较长的链条加以补偿。

尽管如此，有些受试者最终还是真正接受了实验者的建议，并应用了正确的补偿方法，但他们没有作出任何真正的理解，而仅仅考虑大小的相似性。

让我们最后强调一下这样的事实，即在实验结束时，如果问这些受试者他们将给其他受试者提供什么样的建议，那么他们便仅仅指出，要选择大小相同的板子和长度一样的链条，而完全忽视了各种可能的补偿作用。

ⅡA 水平

处于这个水平的受试者(7—8 岁)在使用大小不等的板子时，他们自发地获得了补偿的观念。然而，各种补偿的方法并不像看上去那么简单。

例子

娣德(7 岁 5 个月)　他把等长的链条与一个大圆形和一个大三角形连接。你认为还能用其他方法来做吗？*我能用这两个*(两个小正方形)。链条也能改变吗？*能，可用一个小正方形和一个大圆形*。你将使用哪两条链条？*一条小的在这儿*(小正方形)，*一条大的在那儿*(大圆形)。还有别的方法吗？*我们能把一条长链条放到大圆形上，把一条短链条放到小圆形上*。你怎能看出来的？*因为长链条在大圆形上、短链条在小圆形上才行*。你确信这样可行吗？*能*(尝试并成功)。你能用另一种方法来做吗？*也许可用一条短链条在大圆形上，另一条短链条在小正方形上*。那样能行吗？……没法说吗？*是的*。(他把板子转了半圈。)*这将不行，因为其中一个是小的，所以当大的结束时，小的还得转*。

佛罗(6 岁 11 个月)　她把两条同样长的链条与一个小正方形和一个大圆形连接，但在检查之后立即预言它们将不能同时结束，并用一个小三角形替代，后来用一个大圆形和一个大三角形，等等。她选择各种形状和链条，总使它们保持相同。在交给她大小不相等的形状之后，她说，*大的将先到那里*。要让它们一同结束，我们必须做些什么？*我们必须更换链条，因为大链条与小链条是不相同的*(她拿起了一条长的和一条短的链条)。*它们将一同结束，因为小三角形有一条短链条，大的有一条长链条*。在要求她总结一下时，佛罗说，等长的链条必须放在同等大小的板子上，并且*如果我们使用大板子和小板子，那么我们也必须选用一条长链条和一条短链条*。

多姆(7 岁 10 个月)　像娣德一样，开始时他把长度相同的链条挂到同形状、等大小的板子上，然后尝试一个小圆形和一个大圆形。*它们不能一同到那儿，因为一个比另一个要大些。如果我们选用同样长短的链条，那么我们必须把它们放于同样大小的薄板上*。但允许你使用不同的链条。(他把两条长链条挂于一个小三角形和一个大三角形上。)*你能立刻看出这样不行*(将一条小链条挂到小三角形上)。*因为这一个*(大链条)*将缠绕得更快，这是因为其形状大些*。

费斯(7 岁 9 个月)　开始时使用大小相同的各种形状的板子。它们为什么同时结束？*因为链条的长度相同*。要不这样难道就不行吗？*是的，较短的链条将先*

结束,较长的次之。如果我们把相同的链条放到这些(大小不同的圆形)之上,情况将会如何?小圆转得慢些,大圆转得快些。我知道一个男孩曾设法使用这两个,你觉得这样做如何?他要把一条长链条放在大圆上面,把一条短链条放在小圆上面。(实验。)看那儿,两个同时到达!我们能像这样(三个不等的圆形与三条链条)做吗?能,我们需要为这个(大圆)选一条小链条,为那个选一条中等的,为小的选一条大的。不久又说,不,我们需要为大的选一条大链条。

弗拉(7岁7个月) 首先使用等长的链条和等周长的各种形状。用这两条(不等的)链条能行吗?不行,它们必须是相同的。有把握吗?你事先不能这样说。(尝试。)不,一条链条要比另一条短些。实验者建议使用两个不相等的三角形:那个较小,它需要较少的链条;另一个较大,它需要较多的链条。

卡尔(7岁11个月) 开始时她使用一个小圆形和一个大圆形以及一条短链条和一条长链条,因为那个较大。然而,她也为两块小板子(正方形和三角形)选择了两条不相等的链条,失败之后便转而使用长度相同的链条。然后她又回到大小不同的板子上,挂上合适的链条并解释说,我需要一根像那样(指向小圆形)的链条,一条长的在这儿(大圆形),这样它们才一同结束。

毛恩(8岁1个月) 在使用几对不同形状的大板子和小板子取得几次成功之后解释说,你必须看看形状和链条的长度,也许两者都必须是相同的。总这样吗?或许用一条大链条和一条小链条也能行。不,我们需要两条大的或者两条小的(把它们挂到一个大圆形和一个小圆形上)。那样行吗?我认为那样能行(失败)。或许这是因为链条是相同的,我们也许需要一条较大的和一条较小的。那样行吗?我不能确切地知道,但我认为那样是可以的。难道你不能猜猜?不能。几次尝试之后:这要看板子(的大小)和链条(的长短),它们的长度要么必须相同,要么必须不同。什么时候必须相同,什么时候必须不同?我们得试一试,看一看。

维斯(8岁5个月) 开始时随意使用相等的或不同大小的链条和板子,并得出结论说:如果我们使用两条较小的链条,那么小正方形结束时大正方形仍在绕动。继而,在进一步尝试之后:你每次必须用相同的链条。用于那些(大圆形和小圆形)吗?不,我们必须为那些选用一条长的和一条短的。三个不相等的圆形:在几次尝试与错误之后,成功地使用了两个较小的。不转动它们你就不能看出来。

安里(8岁2个月) 先随意尝试各种组合,然后说,令我麻烦的是细绳的长度。如果它较短,那么它就应先到达,不是吗?她总结说,所有的细绳必须等长。用这两个(一个大三角形和一个小三角形)呢?她把不相等的细绳挂上,并说,不,那个太长。但你并没有使它们同时结束!如果我继续用那个(长的),那么它就最后到达。

帕特(8岁9个月) 开始时使用相同的链条和板子,然后选择两个不相等的圆形和不同长度的链条。我将把小的放于大圆形之上,把大的放于小圆形之上(错

误的补偿）。（尝试。）*不，在大小上我犯了错误……这儿我需要一个较小的。这个圆形较大，所以它上升得快些；那个占用较多的链条，所以我们需要一条较长的链条。*

韦夫（8岁7个月） 在他为一个小正方形和一个大圆形得到正确的补偿之前进行尝试错误。较长的链条必须多长？*50厘米，另一条20厘米，因为这个*（正方形）*是那个*（圆形）*的一半。*

拉奥（9岁7个月） 检查了材料后说，*我不能做，因为有些比剩余的那些大。*然后通过尝试与错误理解了补偿作用，并简单地做出结论：*较大的形状与较长的链条相匹配，较小的形状与较短的链条相匹配。*

塞尔（9岁整） 有同样的反应方式。*如果大圆形仍较大的话，那么它就会用更多的链条。*

祝德（9岁整） 有同样的反应方式。*因为这个很大，所以我们需要一条很长的链条。*多长？*我不知道。*（尝试。）*这样能行，因为它较大，所以它比那个*（较小的圆形）*转动的圈数要少些。*

我们能看到，所有受试者都能够自发地以链条或细绳相对应的差异来补偿板子大小之差异。然而，我们也发现，他们的反应很不一致，以致我们可以对这一点感到疑惑，即我们所谈论的到底是简单的对应，还是真正的补偿作用。除非受试者（他们预见链条的末端将早一些到达板子的顶部或晚一些到达板子的顶部）做出这样的结论，即在第一种情况下必须把链条加长，在第二种情况下必须把链条缩短，否则就不可能是补偿作用。然而，正如我们所看到的，受试者的反应并不总是反映这一结论。

娣德做出的是最基本的反应：*长链条在大圆形上，短链条在小圆形上*。很明显，受试者所依靠的是简单的对应，不过他肯定也使用了补偿的初步形式，因为尽管他运用了逆对应（短链条在大圆形上），但他已经领会在*大圆形上的短绳已经用完之后*，小圆形上的长细绳*仍将继续运转*。其他受试者的反应也表明了从基于大小的简单对应到完全理解卷动两根链条之时间或运动学方面差异的每一渐进阶段。

然而，所有这些受试者都不能肯定他们预见的正确性：毛恩（8岁1个月）说*我们得试一试，看一看*；维斯（8岁5个月）说*不转动它们你就不能看出来*；等等。其原因在于他们只是比较大小，正如韦夫（8岁7个月）明确指出的：小正方形是大圆形的一半。简言之，这些受试者不同于那些处于ⅡB水平的受试者，他们还没有掌握链条长度与板子周长之间的精确对应。然而，我们也有趣地观察到了补偿作用的自发产生，即在这一水平上运算可逆性的最初出现。它表明，尽管这些受试者凭经验进行操作，而且，在大量的观察使他们明白等长的链条与等大小的板子相匹配（随即失败的卡尔除外）之前，他们还没有获得补偿的观念，然而他们的补偿却涉及以运算机制为基础的推理上的协调（互反性）。换言之，对通过经验抽象所发现的物理数据做出正确的解释必须以一定程度的反省抽象为先决条件，这一点将在以后各个水平的受试者的反应中越来越清楚地

表现出来。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

处于ⅡB水平的受试者所考虑的是板子的周长，而不再是板子总的大小，但他们是在经过几次实验之后才做到这一点的，而处于第Ⅲ阶段的受试者则从一开始就能这样做。

例子（ⅡB水平）

斯诺（8岁6个月） 在用等大小的形状进行几次尝试之后，选择了一个大三角形和一个小三角形。*不，这将不行，因为它们中的一个还得继续运转。*所以应该怎样呢？*你必须注意链条的长度，并测量（板子的）周长。如果要链条到达顶部，那么你得把它截去。*

奥利（9岁10个月） 他以相同的板子开始。*因为链条是相同的，所以它们同时到达。*这意味着什么？*转动的次数相同*（他指向周长）。形状相同吗？*不，不总相同，我认为它与这些的周长是相同的……不，我错了，三角形的边*（比圆形的周长）*短些。*这些小形状中的两个如何？*它们是相等的，它们的边一样长。*那些（两个不相等的圆形）呢？*小的要30厘米的，大的要40厘米的。*

博尔（10岁3个月） 开始时他用一个小正方形和一个大圆形，并测量链条的长度。你为何测量它们？*因为我不想让它们一样长。*为什么不？*因为正方形较小，所以它需要的链条转得快些；圆形较大，所以我得选用一条长链条。*然而，他通过计算两条互相垂直的直径的长度来得出圆形的周长，并通过尖角之间的距离来测量正方形的周长。*正方形的角起阻碍作用，并需要较多的链条。*然而，最后他的确量出了几小块硬纸板的周长。

布（10岁2个月） 开始时他也使用了一块大板子和一块小板子以及不相等的链条。*大三角形需要一条长链条，小三角形需要一条短链条，因为大三角形占用较多的空间，所以，当你转动它时，在那儿它有较多的空间*（他指向凹槽）。它较宽吗？*不，太长。*你能测量它吗？*能，用链条*（他用链条绕测其周长）。然后，在把链条与它们连接之前，他测量了一个圆形的周长和一个三角形的边长。

里克（10岁5个月） *如果这个圆形的边缘较长，那么它转动得迅速些，所以需要一条较长的链条。*

柯瑞（11岁2个月） 他也以不相等的板子、链条和补偿作用开始。他测量一个圆形的周长和一个三角形的边长，并说，*如果我们要缠绕这个和那个，那么就应*

该说出它们是否存在差异。

曼(11岁3个月) *它们的长度并不相同,因而当你缠绕它们时,我们需要一条长链条和一条短链条与它们相连接。*

杰恩(11岁8个月) *能把等长的链条用于不同的形状,因为周长是相同的。*如果它们不相同的话,那么就必须对这个差异加以补偿。

例子(第Ⅲ阶段)

安巴(11岁1个月) 他说出他想要做的:*我将测量一个圆形和一个三角形,以便弄清它们是否存有差异。如果没有的话,那么这很容易;如果有,那么我们将为这个小的配一条较短的细绳。*他用细绳测量一个圆形的周长和一个三角形的周长,并正确调整它们的长度。

鹤瑞(11岁2个月) *根据它们的长度,有些(链条)将比另外一些卷动得快些,我们得进行一些计算(测量)。用同样的链条我们必须确保板子的外围(周长)是相同的,所以我们得先测量它们。*如果一条长40厘米,另一条长15厘米,那么情况会怎样?*存在25厘米的差异,我们应该用一条短25厘米的链条。*

帕尔(12岁1个月) 对于一个正方形和一个三角形,我们取(测量)三角形的*一个边然后乘以3,正方形的乘以4,并看看长度是否相同。如果相同的话,我们就用相同的链条;否则,我们必须选用一条较长的链条。*

尽管有些处于ⅠA水平的受试者已成功地把链条的长度与板子的形状之大小联系起来,但他们对后者仍然是从总体上加以看待,也就是说,他们考虑的是它们的面积,而不是它们的*周长*,因而就出现了E.伦泽尔(E. Lunzer)和万·邦(Vinh Bang)曾对之加以描述过的错误的守恒。这些儿童认为,周长不变的各种长方形其面积不变,反之亦然。相反,处于ⅡB水平的受试者却能把两者区别开来,因此便掌握了对于不同大小的形状(博尔、布和其他人从一开始就选择的),链条的长度必须与各种形状的周长相对应,而不再与一个总量相对应。有些受试者非常迅速地理解了这一事实,而其他受试者却需要较多的时间。所以在博尔也把*几小块硬纸板*的*周长*考虑在内之前,他就开始测量圆形的两条互相垂直的直径,并把正方形的*尖角*作为卷动链条的障碍。

最后,在第Ⅲ阶段,只要一说出要解决的问题,受试者就能掌握解决问题之方法。所以,在ⅡB水平和第Ⅲ阶段,反省抽象已逐渐压倒简单而又不完善的第一阶段的抽象。

结论:两类抽象的作用

经验抽象由客体引起,并特别阻碍受试者对链条和板子的知觉,使受试者仅注意前

者的长度和后者的大小。与之相反，反省抽象与受试者动作的协调有关，并能使受试者将诸如测量等所涉及的传递性相关或把在三角形的一边乘以3或正方形的一边乘以4的过程中所涉及的数字相关加以展开。但一种身体的动作(如缠绕链条)以及哪怕是对这种动作的思考回忆便构成了一种可感觉的事实材料，它等同于外界客体的特性，并因此而产生经验抽象。那么，我们怎样才能把这两种类型的抽象区别开来呢？该问题被这样的事实进一步复杂化，即同样的空间关系在客体几何学和受试者几何学中具有同质的外表。当处于第Ⅲ阶段的鹤瑞在头脑中把两个周长加以比较时发现，它们的差异是25厘米。所以他决定使用其长度差异恰好在25厘米的两条链条。他的动作已清楚地把各种关系引入立刻呈现的客体之中。首先，受试者在确定它们的不相等性之前尚未把周长和链条加以比较。其次，确定两条链条 A 和 B(或两个周长)的不相等性就等同于使它们经历一次动作或分等运算，这样就能看出较长的 B 链之长度等于 A 的长度再加 A' 的长度，而不只是 A 的长度。此外，这样的测量自然地暗示了无数不包含于客体的运算(组成单元、分等和单元构成部分的变位)，并且还存在着周长和链长的相关。最后，"周长"这一概念的含义是，周长的变化不同于面积的变化。简言之，在仅与可能的动作或运算相联系而不是由它们所引起的动作面前，客体必定是可比较、可相等和可测量的，等等，即使运算仅指组合分别选用而又构成如此众多的那些客体之空间特性的数据，情况也是如此。

那么，受试者的几何学是什么呢？它首先是一套合成，这套合成将给一定的内容赋予一种明显的形式。所以，变位是一种位置的改变或位置的替代，这样，在最简单的情形中，AB 就转变为 BA。如果只涉及 A 和 B，那么 A 和 B 的位置便由一维关系决定；如果确定了参照点(它以一个协调系统为先决条件，并且这里的协调是指真正的协调)，那么它们的位置就由双维关系决定。除相关标准为"邻近物"或"连续体"而不只是相似和相异(各种各样的等同物)之外，这些合成与逻辑-数学系统的合成是相同的。尽管它们对应于可观察的成分(但这种对应的方式是非常不适当的，因为知觉的内容仍然互相矛盾着：B 不能与 A 区别开来，C 不能与 B 区别开来，而不是 C 不能与 A 区别开来)，但这些合成依照关系或运算协调以及综合(嵌入)而具有不同形式。换言之，尽管客体自身涉及一种几何学(而且空间-时间几何学或多或少地与动力几何学有点关联)，但受试者的几何学却可以对其重新构造并在每个方面使之完善，因此，也就增强了反省抽象的重要性。这种抽象的功能就在于为这种重新构造提供工具。

根据这一见解，我们就可以看到，这些水平的连续性是相当清楚的。在ⅠA水平，受试者只考虑一种因素，并且其动作则局限于把呈现给他的客体区分为较大的、较小的和等长的。在ⅠB水平，受试者力图把形状之大小与链条之长短联系起来，这涉及关系相关——$(=x)\longleftrightarrow(=y)$，或从简单关系中通过反省抽象所得到的函数关系——$=x$ 或 $=y$。相反，以补偿形式表现出来的概括化 $(\pm x)\longleftrightarrow(\pm y)$ 在ⅡA水平之前尚未自发出现，因为它要以一系列基于进一步反省抽象的对应为先决条件。各种形状之周长

$+p$ 和面积 $+a$ 间的差别需要一个新的、比较复杂的构造，因为它蕴涵着这两个变量的非对应（并由此而蕴涵着相对独立性），因而需要更加发展的反省抽象。这种反省抽象将在ⅡB水平得到实现。最后，第Ⅲ阶段的推演标志着受试者几何学自律开始出现。

很自然，反省抽象的这些发展阶段与认知的连续发展阶段相对应。一个显著标志是这一事实，即当要求处于ⅠB水平的受试者在实验结束概括结果时，他们满足于形状、大小和长度的相等性，而没有提到在实验者提醒下他们所进行的各种补偿。在ⅡA水平，借助于推理协调和反省抽象，他们仅仅记住已掌握或已预见的不相等性，但不能使之概念化，其后，借助于经验抽象他们也仅记住已收集到的材料。

第十章　关于归纳推理的实验[①]

有一条细线，一端与 D 点相接，在 A 点的一端可以自由移动。如果将线向下压至 C 点，它可以围绕钉子 B 滑动。如果在 A 点向下拉线，其距离 AA' 为 CX_1（或 CX_2、CX_3）长度的 2 倍。CX（X 包括 X_1，X_2，X_3）指手指从原来位置向上移动的距离（见图 2）。虽然我们在前面有关因果关系的研究中已经考察过这个问题，但我们还是决定再次重复它，其目的在于分析儿童对于自己的行为及其观察结果的掌握。使我们惊讶的是，我们发现对长度守恒仍不熟悉的年幼受试者（水平Ⅰ）能毫不费力地指出 CX 和 AA' 不相等；而处于ⅡA 水平的受试者，虽然他们已经开始获得长度守恒，但对于 $AA' \neq CX$ 这一点却要经过启发才能接受，因此，他们不但不承认这些事实材料，相反还要寻找各种各样的遁词。因此，我们将要进行检验的这个问题显然是一个两种类型抽象之作用的问题，当推理协调加入“经验的”抽象（它与理解这些事实材料有关）时，“反省的”抽象便要介入。如果反省抽象没有介入（ⅡA 水平的情况就是如此），那么，除非（像ⅡB 水平以后的情况那样）这种处于萌芽状态的对于有关机制的理解能够使观察的材料与对它们的解释相一致；否则，这两种类型的抽象便会互相冲突。

图 2

在实验开始时，呈现给儿童一根像 ABC 或 ∧ 这种形状的只有两个组成部分的细线，这样 C 点上升的距离就等于 A 点下降的距离（在桌子上）。然而，由于如此简单排列的材料会影响到对更复杂排列的解释（对于这一点，我们是有根据的），所以我们一开始便采用 $ABCD$ 这套装置做实验。只要儿童能够预见到 C 能够到达 X_1、X_2、X_3 这三个点，我们就首先提问他，要到达上述三个点中任意一个点，必须怎样做，儿童一般都回答必须拉 A 点。然后，要求他比较（或者，假如他是个聪明的受试者，就要求他预测）线从 C 到 X 和从 A 到 A' 的距离。假如他做出非常错误的判断（例如认为 $AA'=CX$），那么就要求他再仔细看看，或用量具（尺子、纸条等）测量一下。必须强调的是，儿童要亲自完成这些动作：他要把手指压在 C 点上，在 A 点拉线[②]，这样就给他提供了两个信息来源，一个是视觉的，一个是触觉-动觉的。接着，用一块幕布把这套装置的一部分盖

① 与 T. 维果保罗合作。

② 一个环在 C 点固定在线上，另一个环在 A 点，这样有助于读出数字。

住，要求儿童预测 A 点和 C 点各自移动的距离。然后，在进行几次这样的重复（用幕布和不用幕布），使他能够确定 CX 与 AA′的比率（实际上就是一对一的或成倍的）之后，将这个问题颠倒过来，即问儿童：如果把 C 点向下拉，A 点将上升多少？年幼的受试者一般预测 A 移动的距离比 C 短，因为现在被拉的是 C 而不是 A。我们要求他们先检查然后再解释。最后，向儿童出示 ABC(∧)这样的装置，并向他们提出同样的问题，在重新回到 ABCD 装置之前，要求儿童解释二者的不同。下面我们将要引证的问题和回答，仅仅是实际实验的一小部分。

第Ⅰ阶段

例子（ⅠA 水平）

娣得（5 岁 3 个月）　假如一定得到那里（X_1），你怎么办？*我要在这里（A）拉，那里（C）就会上升。*让我们看看对不对。*这点（C）上去，那点（A）下来。*假如我遮住这些（BCD），结果怎么样呢？*我想它会像这样*（$X_1 \to X_2$）。你瞧（他任意地拉线）。你能把它量一量吗？（他拿起尺子量 CD，然后任意地拉 A。）这一点（A）和那一点（C）移动同样长的距离吗？*不一样长。*A 点比 C 点移动得长还是短？*长。*你怎么知道？*因为*……（他力图回想在没有幕布时他所看到的情境。）难道它们不总是移动同样的距离吗？*是的，那里（A）长一些。*为什么？*因为拉它。*那这一点（C）为什么短？*它是被拉。*这一点和那一点哪个长些？*这点（A）长些。*假如我们这样做（不盖幕布拉 C），哪一个长些呢？*这个（C）长，因为拉它。*（盖上幕布。）要想到达这里（X_3），我们必须怎样做？*我们必须向上把这（C）拉到这（X_3）。*这一点（A）移动的距离比那一点（C）移动的距离长还是短？*长。*你怎么知道呢？*因为我以前玩过它。*

维奥（5 岁 5 个月）　在将 C 上升到 X_1 之后，上升的这段距离与下降的这段距离一样长吗？*不，它们中有一个要长一些。*哪一个呢？*这个（A）。*假如这点（C）移动两步，那点（A）移动几步呢？*三步。*假如这点（C）移动五步，这点（A）移动几步呢？*六步。*为什么？*因为它总是多一步。*假如我盖住它们，结果怎么样呢？*与刚才是一样的。*由于没有缩减（仅有钉子 B 而没有 CD），维奥否认 A 和 C 移动的距离相等：*这个（A）长些，那个（C）短些。*回到装置 ABCD：如果我们拉这（C），它移动的距离比那个长吗？*是的，我们拉的这点（C）长些。*

巴（5 岁 6 个月）　她同样认为 CX 比 AA′短，*因为我已经拉过它。*像维奥一样，她也认为，假如一个点移动的距离是三步或五步，那么另一点就移动四步或六

步，这样她就把加上额外一步看作倍增。如果拉C点，巴开始认为A点将移动长些，但随后她又改变想法，认为CC′和AA′是同样长，因为它们是在同等程度上完成的。后来，巴又一次正确地认为A移动得长些，因为我拉它，但最后她又认为CC′要长些，因为我让它向下移动。对于简单的ABC装置，巴也认为AB增长而BC缩短，因为它移回来了（当拉A时），但不能说出具体的距离。

帕得（6岁8个月） 做出了同样的反应。盖上幕布：我已经想过，这个（AA′）长些，那个（CX）短些。ABC装置：其差别与ABCD装置相同。

处于ⅠB水平的受试者对ABCD装置的反应与对ABC装置的反应非常相似，但对ABC装置的同等性表现出了部分的理解。

例子（ⅠB水平）

渥尔（5岁8个月） ABCD：AA′比CX长，如果反过来，向下拉C时也是这样。这点（A）移动多远？很小一点。那点（C）移动多少？移动很长。看（实验者把纸标记靠在A和C以及A′和X）。哪一个移动得长？这个（A）。哪一个移动得短？那个（C）。现在我要把它们盖起来（在幕布下），你向下拉C，哪一个移动得长些？这个（A）移动得短些，那个（C）移动得长些。为什么？因为这点（C）向下，那点（A）向上。演示简单的ABC装置：A移动得远些，因为我拉了它。实验者绕B滑动一下尺子，现在渥尔认识到，假如一边移动两步，另一边也移动两步。因此她承认，在ABC中，A和C移动的距离是相等的。但她随即又改变了这个想法，认为系在C上的纸片移动得远，因为它向上移动。

吉（6岁7个月） ABCD：开始认为二者移动的距离是相等的（这预示第二阶段的到来），后来发现A移动得远些。假如这点（C）移动四步，另一点移动几步？六步。用幕布盖住装置：假如C点上升六步，A点将下降七步。在相反的情形中，即当往下拉C点时，吉开始时说C将移动得远些。后来又改变了想法，说A将移动得远些，如果它是正好在上面的话。假如A和C到达同样的高度，它们就移动相同的距离；假如其中有一个低一点，那么它就比另一个移动得远一点。ABC：开始认为不相等，但是后来认为两者是相等的。

盖（6岁7个月） ABCD：A移动得远些。远多少？我说不出来。ABC：它们移动相同的距离，但是假如A被拉出更远一点，它就移动更长一段距离。假如A移动四步，C将移动几步？也是四步。假如A移动六步，C将移动几步？七步。那么，有时是相等的，有时又是不相等的吗？我不知道。

与ⅡA水平（见下面）的受试者不同，这些受试者在ABCD装置中向下拉A之后，能毫不费力地正确看出那些事实材料。这不仅说明他们没有受到细线总长度守恒这一点的干扰，而且也可以看出他们之所以相信AA′比CX长，是因为他们拉了A，因而也

就以某种方式“拉长”了 A。事实上，一般在儿童获得长度守恒之前，他们不能在将一个运动物体拉成细长形状的动作同物体的变位或简单位移之间作出区分。在相反的情况下（当他们拉 C 时），他们的反应就更能证明这一点。这样，娣得不仅预言，甚至他已观察到 CC′比 AA′长，因为*它(C)是被拉*。维奥也同样认为*我们拉的这点(C)长些*，巴的观点同这也非常相似。ⅠB 水平受试者的这些反应（渥尔和吉的反应有某些不同之处）是属同一类型的。

在 ABC 装置中，ⅠA 水平的受试者不能理解 A 和 B 移动的距离是相等的，因为他们也是根据“拉和使之移动”来思考问题的，因此，他们便不能把拉长和位移区别开来。与此相对照，处于ⅠB 水平的受试者对材料的解释稍微有了改善，但这仅仅是在线移动的距离比较短的情况下发生的。此外，这些受试者还相信，被拉的细线可以被拉长，因此，它可以变成两段较长的线（参看渥尔和盖）。

总之，第Ⅰ阶段的受试者做出正确回答的原因不仅仅是他们不懂得 ABCD 装置总长度的守恒，也不是他们初步掌握了 ABC 装置长度的守恒，其真正原因是，他们错误地相信，当拉某一根线时，这根线就会像有弹性的带子一样被拉长（参看渥尔）。这种混淆持续地存在于整个前运算水平（4—7 岁），而且大约在 7 岁以后，它才会逐渐消失。注意到这一点是非常有趣的。

ⅡA 水平

在这一水平，受试者错误的预测和观察是由他们对守恒掌握得不成熟造成的。

例子

萨（7 岁 4 个月）　ABCD：我拉这个(A)，一直到我的手指移动到那(X_1)。这一点(A)移动多远？*很远*。那一点移动多少？*很少*。让我们盖上幕布来做一下。你的手指移动多远？*从这(C)到那(X_2)*。那一个(A)呢？*这里*。这两个距离相等还是不相等？*相等*。假如这点(C)移动四步，那么那点(A)移动多少？*也是四步*。（量一量）它移动多少步？*移动很多*。C 移动多少？*移动很少*。为什么？*因为有两根线*。是这样吗？*一根固定在板上*。这点像这样（从 C 到 X，看得见的）移动更远些吗？*不，两个是一样的*。为什么？*我从这(A)开始拉，它就这样移动*。现在（从 C 到 X_1，看得见的）呢？*这个移动远些*。

费奥（7 岁 4 个月）　*她注意到 A 点比 C 点移动远些*。交给她一把尺子，但她没有用它。盖上幕布：我们怎样才能知道拉了多长？*通过在脑中量一量它*。量什么？*量那(CX)*。为什么？*它可以使你知道拉多长，这点(A)和那点(C)移动同样

的尺寸。她拿出尺子量。CX_0 移动多少？5—6 个单位（正确）。这点(A)移动同样的距离吗？是的。后来，她观察到 A 的距离长些，因为它是我们拉的那个。CX 被盖住，费奥注意到 AA′的距离是 7 个单位。这段(CX)是多少呢？6—7 个单位，不，4—5 个单位。为什么？哦，不，我们得让它们相等，它是相等的距离。

凯尔(7 岁 7 个月)　ABCD：它们移动同样的距离。用尺子量一量比较好，是吗？是的，我认为这样。（他量了 CX，又同 AA′比较了一下。）错了，这里有点名堂。我将 A 拉到 A′有多长距离，C 到 X 也应有多长距离。哪一个长些呢？（他用手指量了量。）全错了，这里面有些名堂。像这样（拉 C），两段距离怎样呢？两段距离是一样的。再量一量！那个(A)长些！（新的尝试。）是双倍的！为什么？因为这有两条线，如果仅有一条线，它就会相等。

埃玛(7 岁 8 个月)　ABCD：我拉这(A)，它就会使线的那端(C)向上移动。这只环(A)和那一点(C)移动同样的距离吗？是的。你怎么知道的？当你拉这(A)，C 点就开始移动，一旦你停下，环(A)也就停下了。但它们到底移动多少呢？我必须量一量从这到那（从 C 到 X）的距离，再拿它同那(AA′)距离比一下。好，做吧。我错了。我把它量错了。对此你能怎么做呢？把它(A)拉长一点，因为我量错了。是这样吗？（他又量一遍。）ABC：同样的距离，因为一个上升，另一个下降。对于 ABCD 装置这种情况呢？也是一样。对于有五个钉子的踞齿形也没有减少：你一拉它就移动同样的距离，因为它是一根线。当你停止拉这端，那端也停止。

乔(7 岁 4 个月)　ABCD：它们一定移动了同样的距离。试验一下。这点(C)短些，那点(A)长些。同样的数量吗？是的。（检查。）它们为什么不是同样长呢？……它们是同样的距离吗？

朱(8 岁 1 个月)　ABCD：多次尝试。结果怎么样呢？一个移动得长些，另一个移动得短些。它们移动相同距离吗？假如你不拉，它们是相等的；但只要你拉它，一个就比另一个长些。哪一个长些呢？左边的这个长些。像这样（拉 C 而不是 A），结果怎么样呢？哦，那就是这个(C)长些。距离是多少？它们总是相等的，你看。不，它们不是完全相等的。我们怎样才能说得准确些呢？必须要知道尺寸。量一下这(CX)，做一记号，在那里再做同样的记号。（前所未有的尝试。）当(C)上升一段距离，另一端则下降同样的距离。为什么？因为在那边减少多少，在这边(A)就增加多少，因为我们并没有增加任何线，所以它一定得是相等的。你为什么不再量一下呢？（她量了量。）错了，我量得不准。让我们检查一下。（证实。）错了，我们没有把它拉到足够长。是这样吗？（她又重复这个动作。）你的两手移动相同的距离吗？假如你不量线，就不。这是什么意思？细线总是同样的，当你把它拉到一半长(C)时，这点(A)就长些。它在这边移动较多的距离，但它总是同样的线。再试一次。嗯，这(AA′)长些。为什么？我说不出来……当你拉时，这端总是移动得长些。

巴特(8岁8个月)　有同样的反应。你的两只手移动同样的距离吗？*是的。*再试一次。*假如我把这点(C)向上拉，那段(AA′)就比这段(CX)长些。*长多少？*我不知道。那要视情况而定。*ABC：*同样的距离，因为只有一个钉子。如果有两个钉子，线就占更多的地方。*这意味着ABCD装置中这一段(AA′)与那一段(CX)是相等的吗？*是的。*在这两种情况(ABCD和ABC)中都相等吗？*是的。但当它向下，就有较长的线；当它向上，就有较短的线。*为什么那样呢？*这一段(CD)没有移动，但它变小，那(BC)随这(AB)而移动。*

受试者的这些反应清楚地表明，在材料的解释和基于细线长度之守恒的逻辑推理之间存在着不一致的地方。比较接近ⅠB水平的萨和费奥开始时能正确地解释材料，但是当一盖上幕布，他们就毫无理由地坚持 $AA'=CX$，这显然是由对长度守恒掌握得不成熟造成的。费奥在发现她的预见错误之后，便回复到"拉长"的观念(*它是我们拉的那个*)上来；但是，当盖上幕布，她又重新肯定两个距离必然是相等的。与此相对照，凯尔则怀疑他亲眼所看的东西，并认为演示装置里有些名堂，因为*C应该与这点移动同样长的距离*，即CX与AA′距离应该相等。在相反的情形下，他开始时也表现出同样的固执，直到几次尝试之后，他才接受这个事实，但不能说明原因。埃玛坚持 $AA'=CX$，其根据是线的两端同时开始并同时停止移动，并且责怪他自己测量中的任何不相等的错误：*我把它量错了*。乔则完全迷惑了，最后竟拒绝对这些事实材料作任何评论，更不用说对它们做出解释了。朱在怀疑自己的测量之后，便从细微的差别中寻找借口：她认为 $AA'=CX$，*因为线总是同一条，但当你拉它时，一端总是要移动远些*。在最后做出正确回答之前，巴特也使用了类似的解释。

总之，所有这些受试者都更相信他们的思考是符合逻辑的(即长度守恒，像在ABC装置中那样)，而不太相信事实，在他们看来，事实是不可靠的和骗人的。

ⅡB水平和第Ⅲ阶段

9—10岁的儿童能或快或慢地接受事实，但不能提出一种稳定的解释。

例子(ⅡB水平)

斯蒂(8岁11个月)　他熟练地操作ABCD装置：*这个手指(AA′)移动得远些。*远多少？*20厘米*(盲目地猜测)。假如知道这个距离(CX)是4，那么AA′应该是多少？*8*。为什么？*因为4加4等于8*。要求他拉C点：*现在是这点(A)移动得短些。*为什么？*被拉的这一点一定得移动得更远些。*(检查，但没有说出原因。)对ABC装置的预测：*它们是不相等的。*(检查。)*哦，它们是相等的！*在ABCD装置

中，它们为什么不相等呢？*被拉的那个移动较远的距离，在ABCD装置中，有两条线，而另一个装置只有一条线。*是这样吗？*被拉的这点移动较远。*这样做（再一次颠倒）怎么样？*哦！这么看来那就不是原因了。*

瑞奥（9岁6个月） *ABC：假如你向下拉这（A），另一点（C）就会上升同样的距离。*这样做（用幕布盖住AB，拉C）怎么样呢？*我要用脑算一算，才能得出一个数字。*你是怎么算的呢？*我……我实在说不出来，因为是在我脑子里算的，我说不出为什么。ABCD：假如我量第一段（AA′），我必须把我量的长度一分为二。*你能肯定吗？*我不十分肯定。*

柏瑞（9岁6个月） *ABC：当一个上升一段距离，另一个会下降同样的距离。ABCD：*他预言二者移动的距离是相等的，但马上意识到他错了，*有两条线，假如我拉这里（A），只有那段（BC）才上升。*（他量CX。）*我们必须把它加1倍，那段（AA′）是这段距离的2倍。*

弗劳（9岁11个月） *ABCD：那段（AA′）长些。*为什么？*因为拉的是它，当你拉时，它就变长些。*然而，假如拉C，这个（A）就上升许多，那个（C）也下降许多。*距离是相等的。*（实验者标上不同的高度。）*当它（A）下降时，它就长些。*如果那个（C）下降呢？*那它也会长些。*看！*哦，不，还是这点（A）长些，像前面的一样。那仅仅好像那一段（CD）不在那。*再看一遍！*假如这个（A）下降，它就会移动长些；假如C下降，它就会移动短些，因为这里（BCD）有个环，它使线缩短了。*假如A移动10厘米，C移动多长？*5厘米。*总是一半的长度吗？*是的。*

桑（9岁2个月） *ABCD：它们是相等的，因为我拉这（A），那（C）就会上升。*但是，你怎么知道它们是相等的？*当我停止拉这儿，那儿也停止移动。*（实验。）*不，这儿（C）短些。假如拉C，距离将是相等的。*当他发现A移动远些时，他说，*C处有一个环，环切断了线，线变成V形，我的手指正在中间。*然而，当实验者使A点变得很短，而"环"BCD变得很长时，桑又重新认为二者是相等的。后来，在几次实验之后，他说，*哦，我从不那样认为。*在ABC中，二者距离怎样呢？*相同，因为是一条线，这里（BCD）是两条线，所以它不能移动太远。*

弗艾（9岁2个月） 立刻注意到AA′是CX的一半。假如C移动8厘米，A将移动多远？*9厘米，稍微长一点。*假如我们拉这个（C）呢？*那里（C）将长些。*它总是长些吗？*不，不总是。这两个是相同的，但当你拉它（C）时，它就变得长些。*实验：*哦，它不是那（A）的2倍长。*（没有解释。）

劳伍（9岁1个月） 他有相同的反应，但当他发现AA′总是长些（甚至向下拉C时亦如此）时，他断定，甚至在ABC装置中，A也一定被拉至双倍距离。

拉斯（10岁1个月） 预期两端是相等的，在经过核实之后认为，*我们必须把这个数字加倍。假如有一些弯曲，A一定移过折叠的线的双倍距离。*

罗伯（10岁6个月） *ABC：假如你拉这里（A），你就能肯定这端和那端移动相*

等的距离。ABCD：这个不是相等的。为什么？因为有两条线，它们不再是同样的长度。这条线被一分为二，所以，你必须拉双倍的距离。

卡特(10岁5个月)　*ABCD：我的手指移动的距离同另一端移动的距离不一样。假如你拉这(C)，结果会怎么样呢？两个距离同样长。后来，他自己改正：因为在ABCD中，AA′是较长的，所以他认为，在ABC中它也是较长的。最后，他认识到自己的错误。*

处于第Ⅲ阶段的受试者或者能直接预见到 *ABCD* 中的差别，或者在实验过程中发现它们，并能立刻了解差别的原因。

例子(第Ⅲ阶段)

德布(10岁8个月)　*ABC：两个点移动的距离是相等的。ABCD：他认为两个距离是相等的，后来却说，哦，不相等，不会是相等的。这条线不是直的，它弯曲成双倍。我知道，它是另一边的一半长，所以，我们必须把这边(AA′)加倍。*

雷(11岁5个月)　*ABC：两段距离是相等的。ABCD：他预言，我们必须拉这点(A)，那点(C)就会移动与这(A)相等的距离。试一试。哦，这里(A)长些；那里短些，因为它(CD)占据线的另一端。*

格(11岁3个月)　*ABCD：我拉这(A)，那点(C)就会向上移动。(拉)这段(AA′)比那段(CX)长。为什么那段(CX)短些？因为它与CD相连，那点(A)长些，因为它移动时必须牵动这段(AB)和那段(DC)，但这点(C)仅牵动那段(BC)。假如C点移动10厘米，A将移动多少？A将移动它的2倍(没有量)。假如我们拉这(C)，那么哪一个长些？这一个(C)长，不是那一个(A)长。*

科(11岁7个月)　*ABCD：他预言两段距离是相等的，但在第一次操作之后他说，我知道了，它是双倍的……因为这(C)有两条线。假如你拉这(C)，A点将移动多远呢？你量一下这一段(C下降的距离)，A点移动的距离是C点的2倍。为什么？因为那端不是弯曲成倍的。那像这样(折叠四条线)，距离是多少？那就是4倍长。*

就他们对自己行为的掌握(读者可以回想起用幕布进行的某些实验，我们没有在任何场合特别注意这个事实)以及对事实材料的解释而言，ⅡB水平的受试者的反应最显著的特征是，尽管这些受试者比ⅡA水平的受试者对长度守恒更熟悉，但当他们发现 *CX* 比 *AA′* 距离短时，他们似乎对此并没有起码的认识。然而，他们并没有预言这种差别，而且也没有充分了解出现这种情况的原因。例如斯蒂仍然认为，他拉的那端要比另一端移动的距离长些(这并没有阻止他对 *ABCD* 做出正确预言：*AA′* 将是 *CX* 的2倍长)。瑞奥(从 *ABC* 装置开始)正确地预言两个分支是相等的，甚至在幕布遮盖下也这样认为(但他难以掌握其原因，因此便出现了一个显著的公式化说法：*它都在我头脑里*

面，我说不出为什么）。尽管有这种困难，但他还是敢于立即猜测在 $ABCD$ 中 AA' 与 CX 的比例是 1∶2。柏瑞也几乎以同样的方式做出反应。像斯蒂那样，弗劳认为被拉的那端移动一个较长的距离，尽管在她拉 C 时，做出正确的回答之前，她首先提出了一个折中的意见（认为两个距离是相等的）。桑和弗艾的反应也与上述情况相类似，而且10—11 岁的大部分受试者的反应都接近第Ⅲ阶段的反应所表现出的特征。

受试者正确解释事实材料的能力揭示出这样一个问题：在ⅡA 水平，对守恒不成熟的掌握妨碍了他们对材料的解释（读者可以回想起，在前运算的第Ⅰ阶段，对材料的解释并没有出现任何困难），我们或许会期望，在ⅡB 水平一旦克服了这种障碍，那么我们的受试者便会做出比他们现在实际上做出的好得多的解释。因此，我们是否可以假定，长度守恒（在我们目前所考虑的情形下）不再是个新颖的东西（像在ⅡA 水平那样），在任何情况下它都可以被看作一个当然的东西？证实这些假定是非常困难的。采用这个假设似乎更有道理，即在 $ABCD$ 装置中对于不相等原因的掌握上，这些受试者更愿意接受他们亲眼所见的令他们困惑的事实，即使这些事实与他们的预言背道而驰，情况也是如此。换言之，尽管他们认识到，如果他们拉一根线的一端，这根线的任何部分一定会移过相等的距离，因为正像桑所认为的那样，*当我停止拉这儿（A）时，那儿（C）也停止移动*，但只要一看到在 $ABCD$ 中线的不规则排列，他们就容易接受这种复杂情况的可能性，而且这并没有使他们怀疑线的总长度的不变性。从观察者的观点来看，这使他们承认，由于额外因素的干预，存在着那种所谓的“虚动”或无补偿的“虚功”。这些需要在旧论据的基础上再补充一些论证，而同时又不能使它们发生矛盾。换言之，这些受试者感到，他们原先的假设可能有漏洞，或者说需要对他们原先的假设作一些补充，这就是他们能够正确解释事实材料的原因。

在第Ⅲ阶段，这个漏洞被一种正当的解释形式所填补：线的长度是守恒的。但由于它是固定在 D 处（格说是“抓住”，德布和科说是弯曲成双倍），环从 C 上升到 X 就包括 BC 和 CD 两段。因此，假如在 C 处有两条线，那么 CX 一定是 AA' 长度的一半；假如 C 处有四条线，AA' 的长度就是 CX 的 4 倍（科认为这样）；等等。因此，我们在这里所看到的是一些新的运算，而这些新的运算保证了总长度的守恒，并且把这种简单的不变性运用于比较复杂的归纳事例之中。尽管ⅡB 水平的受试者能正确地解释材料，但他们还没有发展到这一步，即解释他们中有些人甚至还会怀疑 ABC 中相等距离的原因（参看 10 岁 5 个月的卡特）。然而，这些受试者的思维已开始走上正轨，而且他们的反应最重要之处是，它们为儿童在早期构建（在这个实验中，早期的构建就是长度守恒）的帮助下，如何处理新的问题提供了一个鲜明的实例。

第十一章　相等距离①

在本章的研究中，我们呈现给儿童两个处于不同位置的运动体（一般是筹码），并要求儿童使它们移动相等的距离。这将引起两个特殊的问题。在这一类型大多数其他研究中，我们仅仅要求儿童将一个运动体引入一个盒子，到达一个固定目标，或要求儿童充分利用各种媒介物（例如，被球 A 击中并与球 C 相撞的球 B）。与此相对照，在本章的研究中，我们不仅要求儿童一定得操作，而且还要求他们分析自己的行为，因为实际上这包含着一个长度概念之构建的问题。

首先，我们给儿童一块矩形板，板上有两个洞（见图 3），洞中有两个相同颜色的筹码 A 和 B。然后再给儿童一块正方形板（见图 4），板上有九个洞和以各种形式排列的三个筹码，要求儿童以自己喜欢的各种方式使它们形成“两个相等的距离”。再给儿童两个环，每个环上都有一个筹码，要求他们完成同样的任务。接着，再给他们两根不等长的棒或“匙状物”（见图 5），每根棒的一端有一颗珠子，另一端有个小盘，盘内盛有一个筹码。最后要求儿童移动两个面积很不相等的矩形纸板（见图 6），或一个具有可拆装部分的方形板（不规则的剩余部分有两个筹码，见图 7）。另外，还要给这些受试者几根棒，以便必要时用来进行测量。

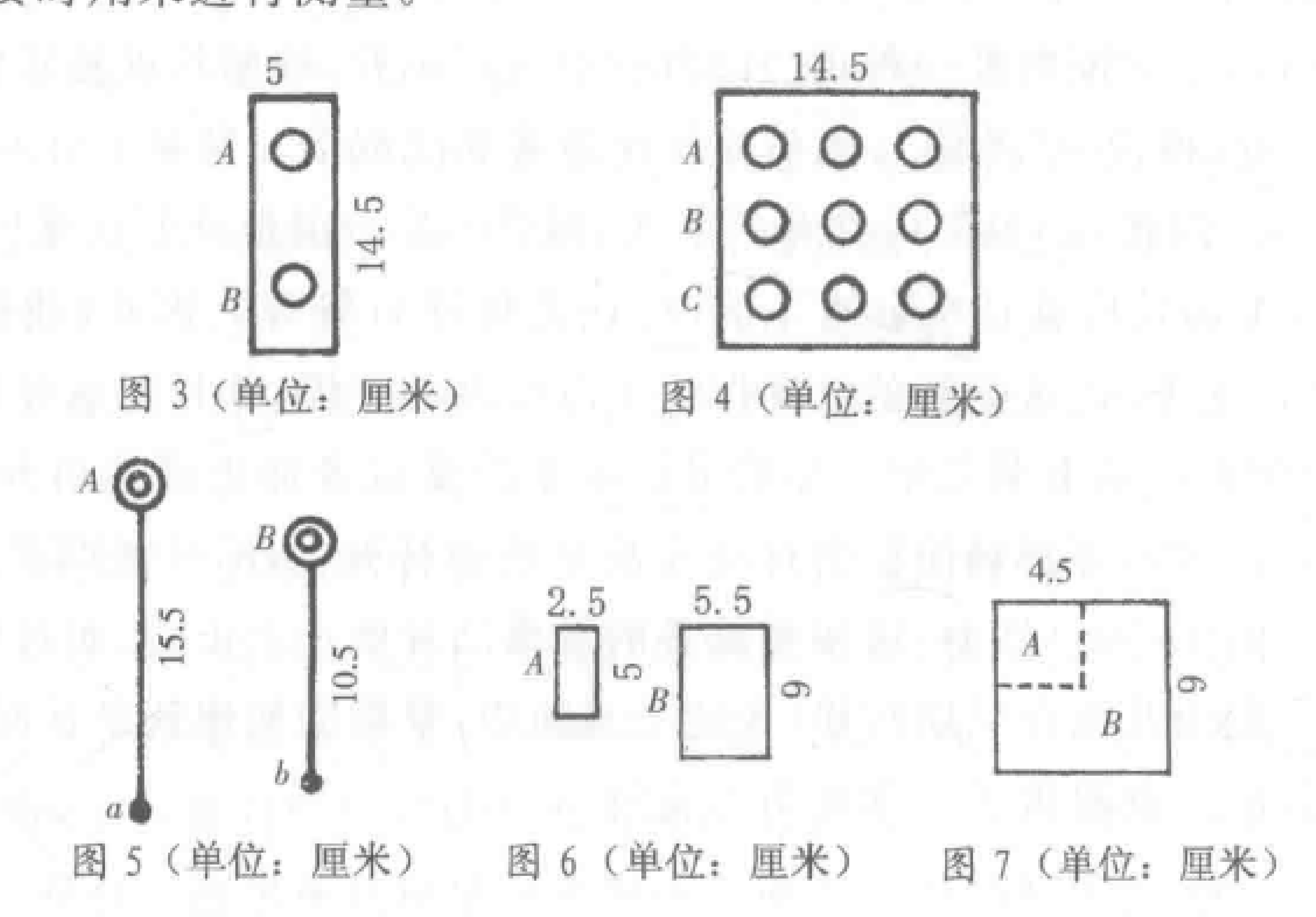


图 3（单位：厘米）　图 4（单位：厘米）

图 5（单位：厘米）　图 6（单位：厘米）　图 7（单位：厘米）

① 与 M. 拉巴兹（M. Labarthe）合作。

ⅠA 水平

例子

杰克(4 岁 9 个月)　他对“相等距离”还没有稳定的理解。在第一种情境中，当板向上或向下移动时，杰克有时说两个筹码移动的距离相等，有时说两个筹码移动的距离不相等；在第二种情境中，他认为是 A 移动得远些，不过后来他又两次说 B 移动得远些(毫无疑问，这是因为 B 紧跟着 A)。在用两个环做实验时，杰克沿着两条互相平行的曲线移动它们，其中一个明显地比另一个移动得短。当要求以直线移动它们时，他把 A 放在 B 上面，似乎“相等的距离”就等于一同完成。在用“匙状物”做实验时，杰克总是用各种方法将珠子或筹码移到同一条终止线上。当实验者沿两条平行线移动“匙状物”时，杰克说 B 移动得远些，*因为它移动得较快*。

科尔(5 岁 1 个月)　矩形板：他认为上边的那个筹码移动得远些，因为它*在前面*。当板向旁边移动时，便认为 B 移动得远些，*因为它在边上*。环：他认为这些环*移动的距离相等*，不论它们从哪儿开始，只要它们在同一条线上结束。

萨尔(5 岁 4 个月)　他转向旁边的矩形板。他开始认为右边的筹码将移动较远的距离，但后来则倾向于赞成二者移动的距离相等。当矩形板上下移动时，认为 A 移动得较远，这显然是由于*它在前面移动*，但事实上，这是因为萨尔的手指在 A 处拉板的顶部。当他推板的底部时，他认为 B 在前面移动，因此 B 移动得较远。当板绕 A 转动时，萨尔或者认为 A 移动的距离较短，*因为它的路线太短*；或者认为 B(画了 180°的弧)移动的距离很短，*因为它只走了一个很短的路线*。当要求他用手指沿刚才的路线画出来时，他仅仅画了个横写的“8”字。用带有三个筹码的方形板做实验时，他认为距离是相等的，*因为它们都走了很短的距离*。他的这种说法是以一个质的范畴来表达相等的距离。用环做实验时，从同一条线出发但使 B 移动较远，但萨尔认为距离是相等的，*因为它们是一起结束的*。用“匙状物”演示时，萨尔有时认为距离是相等的，因为它们*在一起*，即都沿平行线移动；有时认为距离是不相等的，因为一个*筹码在前面*。

西普(5 岁 1 个月)　他用面积不等的两个矩形板演示时，认为无论移动的路线是直线还是曲线，距离都是相等的，*因为这就像同一辆汽车走完相同的路程一样*。然而，这还不是ⅠB 水平的受试者的反应，ⅠB 水平的受试者也认为路线一定是相等的，因为筹码是在同一个盒子里，而不是认为距离之所以相等，是因为筹码移动的路程相等。这样，当环沿平行的线移动而起点不同时，西普也认为距离是相

等的，因为它们走了相同的路程。当实验者坚持说它们没有从同一条线开始时，西普才勉强地承认路程可能不相等，但他却两次把"长些"说成"短些"。这似乎不应仅仅被看作一个口误，而是流露出将"短些"等同于"快些"的错误。为了恢复这种相等性，西普便向后移动终止线，而对于起点的不相等，他却毫不理会。它们一样长吗？是的。后来，他忽然想到一个主意，即把筹码迂回一下使之最靠近终止线，这说明他接近ⅠB水平。

受试者的这些反应清楚地说明，必须把"物体长度"和"动作长度"区别开来。所谓物体长度是指固体处于运动或静止状态时的空间特性或它们的参照系的空间特性，而动作长度是指一种具有特定的运动学（空间、时间和速度）甚至人类行为学（达到某一目的，等等）之特征的运动的特性。显然，我们刚刚提到的那些受试者现在还不能区别这两个概念，他们没有考虑物体移动的距离，而是把所有注意的中心放在运动的人类行为学的特征之上，而这些人类行为学的特征是他们赋予那些已被拟人化了的物体之上的。

另外，我们还必须记住ⅠA水平的一个一般特征：在距离判断中，儿童几乎只有序数的表示。结果，他们所做的比较就没有实质性的意义，它们仅仅标示等级，例如，"快些"便成了"在前面"的同义词。因此，距离的长度便常常用质的范畴来加以估价，例如，萨尔认为方形板上所有的筹码都移动了相等的距离，因为它们都移动了一段很短的路程。而且这些受试者经常在不说明原因的情况下用"太小"来代替"很小"。总之，他们把量值看成是绝对的而不是相对的限定。

情形就是这样，很明显，他们所使用的距离标准实质上是多方面的，因此，他们就必定会陷入矛盾之中。这样，杰克从一开始就运用序数的标准：他认为第一个筹码 *A*（在矩形板上）或者与筹码 *B* 移动了相等的距离，因为它们已走了同样的跳线；或者认为 *A* 移动远些，因为 *B* 必须得赶上它。后来，他断定同样形状（平行线或曲线）的路线或辐合式路线的距离一定是相等的，而不管它们的实际长度究竟是多少。最后，他认为路线的长度似乎将随着物体运动速度的变化而变化。

对于科尔来说，最长路线的标准首先是筹码的位置（*在前面*或*在边上*），其次是终点的会聚。对于萨尔来说，标准首先也是领先的筹码的位置（尽管实际上他对哪个筹码是领先的还没弄清楚）。随后，他又求助于质的范畴（一个*很短的路线*），接着又以筹码同时到达终点（尽管它们之间有空间的间距）及位置的顺序来进行判断。西普对于质的范畴这个标准看得如此之重，以至于认为，两个运动体只要*移动相同的路程*，它们就移动同样的距离，而不管它们的路程长度是多少。紧接着他又把"最快的"和"最短的"等同起来。

总之，对于ⅠA水平的儿童来说，路线的长度具有一个人类行为学的而不是量的含义。两条路线的相等可用多种标准来衡量，而这一水平的受试者对这些标准的选择又是任意的，他们也没有想到要对这些标准加以协调或通过空间的验证来检验其合理性。

ⅠB水平

例子

吉尔(5岁9个月) 她是介于ⅠA和ⅠB水平之间的例子。两个筹码的板：*路线是相等的，因为它们是在一个洞里*。为什么这样它们移动的距离就相等呢？*因为我将它们转了过来*。环：吉尔在一个不同半径的同心圆中移动环。它们移动的距离相等吗？*是的，因为我用手拿住它们，使它们一起旋转*。假如你以直线移动它们，它们的距离相等吗？(她使它们从不同的起点开始，但在同一条线上结束。)*距离是相等的，因为我使它们走得非常直*。在实验者的启发下，她承认距离可能不相等，*因为它们中有一个要移动得远些*。但是，后来她又回到原来的想法：*它们绝对以直线移动，所以它们一定得移动相同的距离*。用"匙状物"演示时，她也有类似的犹豫态度：*这个(大一点的"匙状物")移动远些，因为它大一点。不，错了，它们移动相同的距离，因为它们在同一条线上*。

阿拉(6岁4个月) 有两个洞的板：距离是相等的，即使当板旋转时亦如此，*因为筹码都在板里面*。环：距离是相等的，*因为我把它们紧握在一起*。如果像这样(实验者把筹码分开)距离还相等吗？(平行地移动，到达终点时二者间有间距。)*距离是相等的，因为我使它们都直线前进，没有一个是曲线移动的*。如果像这样(两个相等的但曲折的路线)距离相等吗？*那一个移动得远些，因为它在后面。不，它们是相等的，因为它们是紧跟着的*。假如我们把它们向后移动，会怎么样呢？*距离不相等，这个一定得比那个移动远些*。我们怎样才能使它们移动相等的距离呢？(他重新回到那个弯曲的移动路线上。)*像这样，我使它们很快地移动以使它们两个同时到达*。(有六个筹码的板，运行路线是变化的。)*它们都是一起停下的，因为它们在同一块板上*。这个(在后面的)移动的距离也和其他的一样长吗？*它移动的距离长些，因为它在后面*。

弗尔(6岁6个月) 带有两个筹码的板：距离是相等的，*因为它们都一起转动或随板直线移动*。带有六个筹码的板：开始是同样的反应；后来认为红的*筹码将移动最远，因为它在下面(后面)*。环：为了使它们移动相等的距离，弗尔沿两条对称(但不平行)的曲线移动它们，并且说，*它们两个同时开始，同时停止*。假如它们像这样(A低于B)开始，距离相等吗？(为抵消差别，弗尔使A移动得比B远些。)为什么要这样呢？*红的应该比蓝的移动远些*。像这样(A与B的后面相接触)我们能使它们移动相等的距离吗？*能*。(她还是使它们在同一条线上结束。)这样，它们

移动的距离就相等吗？是的。像这样(从同一条线开始但终点不一样)，距离相等吗？这个(距离最短的)蓝色的肯定在路上东游西逛地玩了(正确的迂回)。用珠子 A' 比珠子 B' 低的"匙状物"演示：弗尔移动它们的方式是，使 A 在 B 的前面停下来，像演示环的时候那样做了个错误的补偿。你仔细地看了吗？它们仍然是同样的距离。两个在同一条线上的矩形板：这样距离相等吗？是的，这个大的大了点，这个小的小了点。现在这个小的和那个大的向前移动一样远。

毕(6岁9个月) 旋转板并使 A 在前面：同样的距离，因为它们是在同一块板上。环：毕沿不同的路线移动它们，但是认为它们是相等的，因为 B 跟在 A 后面。矩形板：像弗尔一样做了错误的补偿。

克雷(6岁10个月) 板：它们移动的距离相等吗？是的，因为筹码是在里面。环：为使距离相等，他沿直线移动 A，沿斜线移动 B，然后在接近终止线时把它们合在一起。当实验者把环分开，并分别开始移动时，克雷使它们在同一条线上停止。它们移动的距离相等吗？是的，相等。

巴斯(7岁整) 带有两个孔的板：这两个距离是相等的，因为它们是在同一只小船上移动。(绕 A 旋转板)这两个是相等的，因为它们像兄弟俩。环：他沿同心弧移动它们，不过，却认为它们移动了相同的距离，因为它们以同样的速度移动。方形板：这个(A)移动远些，因为它在后面。

这些受试者已有一些进步，因为当筹码在同一块板上时，他们把后者的位置作为他们判断筹码移动距离的标准。然而，他们却又忽视筹码本身位置的变化，以至于当矩形板绕一个(固定的)筹码旋转时，他们仍然认为两个筹码移动相同的距离。

事实上，这种把物体放在一起共同移动是一个明显的信号，这不仅表明他们已经开始分化位移的空间特征，而且也说明他们把顺序的标准(位置的连续次序)看得越来越重要，因此便能逐渐理解位移可以在不做实际测量的情况下加以估计。实际上，假设两个运动物体之所以移动相同的距离，是因为它们"一起移动"，就相当于假设它们中的一个并不比另一个移动得快(它们终止线的相对位置被忽视了)。相反，当两个运动物体不在一个"载体"上前进时，首先被这些受试者所利用的便是运动物体间的间距：他们或者把筹码握在一起以消除间距(吉尔、阿拉、克雷)，构建一条对称的或平行的路线(弗尔、巴斯)，或者根据筹码的相对位置来估计移动的距离(假定后面的那个必须得赶上前面的那个：阿拉、弗尔开始时的情况以及巴斯的情况)。有时受试者认为筹码的间距的作用是如此重要，以至于(像弗尔和毕在开始那样)用结束时相反意义上的差距来弥补这个差距，而没有认识到他们实际上是在将这个差距扩大了1倍。

然而，尽管这种顺序的标准逐渐占据优势(在ⅡA水平将变成一种系统的标准)，但在一般的形式中，它还没有去掉ⅠA水平的一些残余的矛盾的标准特征。例如，吉尔和阿拉根据路线的曲直判断距离；毕则根据路线的一般形状来判断，即使一个筹码绕另一个筹码转动也是如此；克雷仅根据筹码的终点来判断，而无视它们之间最初的差距；而

巴斯则根据它们各自的速度来判断;等等。尽管如此,受试者还是有明显的进步,因为他们中的一些人能把筹码中的一个加以迂回,以便使它与另一个沿短的直线移动的筹码所移动的距离相等。

ⅡA 水平

大约在7岁时,儿童判断距离长度的方法颠倒了过来,这个新的标准是筹码到达终点的顺序(距离长些=移动得远些)。下面举些例子,其中前三个是过渡性例子。

例子

赞恩(6岁9个月) 将有两个筹码的板向上移动:它们移动相等的距离吗?*不,一个在前面,另一个在后面*(第一个移动一个较远的距离)。你能使它们移动相等的距离吗?(他把板向旁边转。)*现在它们俩都在前面,它们并排*。你指给我看看它们是怎样移动的。(他指出A移动一个弧形,B来回移动。)环:他使它们并排移动。像这样(一个在另一个后面,移动同样的距离),它们移动的距离相等吗?*它们不并排,一个在另一个前面移动*。对于路线相同而且间距在开始和结束时始终相等的移动,儿童便认为在前面的那个移动较远的距离,*因为它移动得长些*。把它们固定起来以便它们移动一个相等的距离。(他使它们在同一条线上停止移动。)*一个赶上了另一个,然后它们就并排了*。但是,它们移动了相等的距离吗?*是的,这一个坐在直升机上飞行,它同时到达*。"匙状物":*这一个移动远些,因为它的柄长些*。

杰克(7岁8个月) 将带有两个筹码的板向旁边移动:*距离是相等的,因为它们并排移动*。像这样(将板向上移动),距离相等吗?*不能那样做*。试一试!(他从后面推B。)*这个*(前面的A)*移动得最远,我的手*(后面)*移动得稍短些,这个*(B)*仅移动它们之间距离的一半*。假如我们向后拉板,哪一个移动得最远?*总是那个*(A)*移动最远,因为它在后面*。假如我们向前移动它们,哪一个移动得最远?*还是A移动最远,因为它最先到达*。然而,当A和B斜着移动,杰克通过使它们交叉而使它们移动相等的距离。你能肯定距离是相等的吗?*基本能肯定*。"匙状物":他认为筹码A和B以及珠子a和b不可能移动相等的距离:*我们必须使这些*(a和b)*从同一条线开始,然后它们才能移动一个相等的距离,但筹码则不能这样*。像这样(A和B在同一条线上,a在b后面)试一试。*不,这样不行。我必须将它*(b)*向后拉,它才能和另一个移动同样的距离,但那是无用的,因为那样就会使B移动一个更长的距离*。

德得(7 岁 4 个月)　把两颗小珠子穿在两根棒上,但高度不同:*我想它们移动的距离是相等的,因为它们一起走*。像那样(珠子间的间距是相同的,但用一只手来握住两根棒),结果怎么样呢? *那个*(在后面的)*要移动得远些*。假如我们推(两根棒),结果又怎么样呢? *它们同时开始,但仍然是最后的那个移动远些*。与此相对照,通常在用两根 等长的棒做长度守恒实验时,儿童先把它们叠在一起,然后便逐次地移动。德得说,*前面的那个移动一个较长的距离,因为它较早地到达终点*。

锡特(7 岁整)　将两个球穿在一根棒上:*那个移动最远,因为它在前面*。为什么这样呢? *当它在前面移动时,就像火车头一样*。用两根棒和不规则的纸板演示:反应相同。

帕特(7 岁 1 个月)　带有两个筹码的矩形板:要求他将 A 和 B 移动相等的距离。开始时他将 A 放在前面,通过补偿的方法,在结束时又使 A 处于后面:*那个也移动了同样的路程*。像这样(直线移动),结果怎么样呢? *这个*(B)*移动不远,因为它在后面*。为什么这就使它移动不远? ……你能不能讲一讲原因呢? *因为……除非我们再回来,一次让 A 在前面,另一次让 B 在前面*。如果板绕 B 旋转呢? *A 移动较远,B 一点儿也没动*。环:帕特构建一条相等且对称的路线,使环沿此路线最终回到出发点。然后再要求他从不同的位置开始构建相等的距离,他便把终点交错,然后再回到出发点。不回到出发点行吗? *不,那将使 B 移动一个较长的距离,因为它在前面*。还是试一试吧。(他使 A 和 B 停在同一条线上,这样 A 便移动得远些。)它们移动相等的距离吗? *是的,A 移动得稍微快些,它赶上了 B,所以它们移动相等的距离*。但是,你怎样解释这个(筹码开始时交错,结束时不交错)呢? 你能肯定它们移动相等的距离吗? *不能肯定,那个*(B)*没有移动这么远,它是在前面*。我们怎样才能使它们移动相等的距离呢? (他又把起点错开,但没有把筹码移回到各自的出发点。)像这样(加大起点错开的距离),结果怎么样呢? (他将筹码同时启动,但在将它们停在同一条终线上还是使它们稍微错开时,他犹豫不决。)依次移动它们(正确)。你怎样才能弄清楚它们是否相等(交给他量棒)? (他用一个长度量这两段距离。)*我做的是同样的*。带有两个筹码的板:*那个移动远些,因为它在前面*。

渥尔(7 岁 7 个月)　把带有两个筹码的板以弧形移动,然后再移回来:*距离是相等的,因为我同时推它们两个*。但是当板直线移动时,*这个白的*(B)*不如那个粉红的*(A)*移动得远,因为它在后面*。带有三个筹码的方形板:反应相同。"匙状物":*假如你想让筹码移动同样的距离,你必须使它们这样*(在同一终止线),*但"匙状物"一定得这样*(在同一起点线)*移动*。演示起点和终点都交错的环:*距离相等*。然而,当起点再错开一次,她就斜着移动,使它们在同一条终止线上停止,这样距离便明显地不相等。你用什么能检验是否相等? *我们必须做一点小变化*(她调整环的相遇点以使距离相等,然后便使环在与开始部分相等的路线上开始)。

奥布(7 岁 9 个月)　把带有两个筹码的板来回地转动以达到补偿的效果。像这样(垂直向上),距离是否相等?*距离不相等……像那样(向上),它移动得比那样(向旁边)移动得慢*。棒:*两个珠子移动同样的距离。哦,有一点儿误差,前面的那个移动远些*。与之相对照,对于开始是错开但在同一条线上结束的珠子,奥布则在事后认识到一个移动得远些,并且认为,如果它们再回到起点,那么它们便移动相等的距离(实际上这使差距加了 1 倍)。

奥波(8 岁 1 个月)　像奥布,他认为假如带有两个筹码的板向旁边移动,筹码就移动相等的距离。*不需要旋转它们,它们绝对地直线移动*。但是,假如板向上移动,*当我停下时,下面的筹码将移动得较远。这个*(上面的筹码)*已到达终点,另一个还需再移动一点儿*。然而,当板绕 *B* 旋转时,*A 移动得远些,因为另一个几乎没移动,只是在一个点上旋转*。环:他或者通过复杂的直线或曲线(但总是平行的)轨道,或者通过使环的移动路线交叉来使两者的距离相等。

由尔斯(8 岁 1 个月)　开始时向旁边移动带有两个筹码的板(先向这转,又向那转),以抵消差距。当板向上以直线移动时,两个筹码移动的距离便不相等,*因为一个在前面,而另一个在后面,它不能移动那么远*。把板旋转时,回答正确。环:以一条复杂但是相当对称的曲线移动。当起点错开时,要求他以直线移动环。他首先使 *A* 移动一段距离(像ⅠB 水平的弗尔所做的那样)以抵消 *A*(*A* 在后面)和 *B* 之间的差距。开始时他自己的测量未能纠正错误。但是,后来他纠正了自己的错误,并找到答案(使开始时和结束时的差距相等)。然而,当板向后移动到起点时,他不相信以直线移动的 *A* 和 *B* 移动相同的距离。距离难道不相等吗?*是的,这个在前面,那个在后面*。"匙状物":*它们不能移动相等的距离,因为那个棒短些*。

卡特(8 岁 8 个月)　一条线上的两个珠子:*我认为第一个移动得远些,因为它(离起点)远一点,所以它必须得移动远些*。两条线:同样的反应。守恒实验(用两把尺子):*当你把一个放在另一个上面时,它们是相等;当你推时,一个就比另一个长,但它们仍然是相等的*。出来的两端怎么办?*出来的两端是相等的*。你能预先告诉我哪端将出来?*不,不能*。

吉(8 岁 2 个月)　起点不同的两个环:吉把它们移到同一条终线上,然后向后移动 *A*,向前移动 *B*,以使二者移动的距离相等。你能一次就使它们移动相等的距离吗?(他把 *B* 移到终线前面,其距离为它原来落后于终线的距离,这样就使差距扩大了 1 倍。)你为什么要这样呢?*因为 B 在这,A 高一些,现在 B 在另一个上面*。为什么这样就能使它们移动相等的距离呢?*因为一个先到*(虽然晚开始移动),*一个后到*。后来,他改正了错误,在结束时使两个筹码的间距与开始时相等。带有两个筹码的板:他把它转过去,以使当停止移动时后面的这个筹码能在前面。带有九个洞的正方形板(板的对角线上有三个筹码):*这个*(领先的筹码)*将移动得远些*。"匙状物":使它向旁边移动以避免这个问题。面积不等的两个矩形:开始时小矩形

在大矩形之后，当到达终点时，顺序倒过来了。

佩尔(9岁整) 在一根棒上或两根平行的棒上的珠子：这个将移动远些，它最先移动。守恒实验：这个长些，它们像楼梯。我们如果将它们量一下呢？它们不会是相等的。

特雷(9岁4个月) 棒：这个移动较长的距离，它在最上边。守恒实验：如果你推它们，它们就不相等，这个长些。假如我们来看看两边呢？……因为我们推它们，所以我们不能判断出哪一个长些，而只能说它们是相等的。如果我们把它们量一下呢？相同。这就是说，它们是相等的？不，像这样(如果拉其中一端)就不。

罗斯(9岁5个月) 守恒实验：(在拉了之后)这个距离大些。如果我们把它们量一下？相等，因为它们的长度是相等的。但你刚才为什么说它们是不相等的？假如我们那样(有差距)量它，那是不同的。但以前它们是相等的。

纳德(9岁整) 带有两个筹码的板：不，它们不会是相等的；它们必须得并排着，就能移动相等。"匙状物"：不，它们不会相等，一个比另一个移动得远。假如我们一起向前移动它们，筹码就能移过相等的距离。

ⅡA水平的受试者不再运用ⅠA水平多重而矛盾的标准，而是集中在依间距而定的长度顺序的估价上，并且很明显地高于ⅠB水平(在ⅠB水平，这种标准已开始普遍起来)：我们刚刚提到过的那些受试者能根据板相对于一个稳定的参考系(即桌子)的运动来考虑板内筹码的相对位置。毋庸置疑，这个进步的基础是这么一个错误的概括：受试者没有认识到在有两个洞的矩形板上，筹码之所以移动同样的距离，是因为它们是一起移动的，即使当板向上移时也是如此。他们认为，前面的筹码之所以一定移动较远，是因为在另一个的前面(不像ⅠB水平的受试者认为后面的筹码之所以移动较远，是因为它必须得赶上第一个)。但是，尽管他们片面夸大最初处于领先地位的筹码的重要性，然而，他们的估计还是比较细微的，当板绕一个筹码旋转时，这一点便尤其明显。在这种情况下，他们认识到只有另一个筹码才发生位移，而作为旋转支点的这个筹码却在原地不动。

这些反应所揭示出的这两个问题涉及筹码的错位所引起的反论，以及这些受试者在某些方面放弃顺序的标准所运用的方法，因而就涉及一个获得正确的长度概念(即位移之起点和终点之间的间隔)的问题。

就第一个问题而言，主要是这些受试者将距离的标准集中于终点的原因。在ⅠB水平，距离相等的根据仍然是路线形状的相同，在同一板上的筹码被认为是"一起"移动的，因而它们移动的距离也是相等的，所以独自移动的运动体只要是"一起"移动，它们移动的距离便是相等的，除非有时它们中的一个明显地赶上了另一个。在ⅡA水平，"一起"移动(同时也没有缩短差距)这个概念则变得更清楚，其原因固然很多，但其中主要是因为受试者在判断运动体的位置时考虑到运动体间的相互关系，考虑到板以及桌子。结果，在处理板围绕其中一个筹码旋转的问题时，受试者便有了进步。但这个进步

的获得伴随这样一种错误的观点，即如果一个筹码做直线运动并在另一个筹码之前到达终点，那么它一定移动一个较长的距离。这些受试者忽视起点的原因首先是，对于几个空间变量的协调尚不能确保儿童考虑这个直接和短暂的运动之起点和终点间的直接的时间相关；而且，最重要的是这种位移是指向一定的目标的，所以它的终点比起点显得更重要。毋庸置疑，另一个因素（像我们在关于因果联系的研究中所看到的那样）是，一直到ⅡB水平，儿童才开始清楚地区分开物体的移动和物体的拉长。毫无疑问，正是所有这些因素的组合，才使得儿童将最后的间距作为判断运动物体移动距离的标准。

这说明我们的受试者的行为既是机智的又是自相矛盾的。机智的行为表现是，他做来回的或曲线的移动，甚至使板左右摆动以消除顺序上的差别，筹码 A 之所以最后到达，是因为它最先开始（参看帕特）；自相矛盾的行为表现是（类似于ⅠB水平曾出现过的）错误的补偿以及双倍差距的出现（参看奥布、吉等）。但这一水平的受试者很快便改正了他们的错误，只有用“匙状物”（在两根不等长的棒的两端的筹码和珠子）演示时是例外：他们认为要使它们距离相等是不可能的（参看渥尔、纳德等），因为筹码和珠子不能重合到一起。至于守恒实验的反应，他们固执地坚持物体长度和行为长度的区别（卡特：*当你推时，一个就比另一个长*），因而他们也就不能区分出物体的伸长和位移。

然而，仍然存在这样一个事实：经过多次尝试和错误之后，每一个受试者都能设法根据起点和终点间的距离来估计路线的长度。这就是杰克把筹码 A 和 B 改变成相反的方向（⇄）以及奥波把它们交叉（⤨）的原因之所在。在一些很不稳定的例子中，这些受试者甚至设法使结束时的间距等同于它们开始时的间距，但未能对这种方法加以概括。

ⅡB水平

例子

阿特奥（7岁8个月）　他是介于ⅡA水平与ⅡB水平之间的例子。向旁边推有两个筹码的板：*当你推时，它们都在一边，但是假如你使它们转过来，这个将在前面一点。*像这样（向上），结果会怎么样呢？*这个将移动得快些。开始它将移动得更靠前，但是当最后……*（犹豫。）*不，开始时一个筹码要移动得格外多一点，当结束时，另一个几乎不能移动多少。*你有把握吗？*它们移动的距离相等，但它们不在同一个地方*（相等轨迹间有差距）。尽管有这个发现，阿特奥还是将环沿两个矩形轨迹移动，其中在内侧的那一条轨迹明显地要短些。他通过交叉它们的路线来改正他的错误：*后面的这个总是移动到前面*。“匙状物”：开始和结束时的间距相等。哪

一个移动得较远些？它们两个移动得一样远。矩形板等：反应相同。

艾(9岁1个月)　带有两个筹码的板：艾首先认为前面的那个筹码移动得远。对旋转的情形反应正确。环：她开始按一系列平行线或没有间距的对称的路线移动，但如果在开始时有一个间距，那么最后她也形成一个间距，并强调距离是相等的。我向前移动它们，然后我可以量一下第一个出发的位置，再量一下第二个出发的位置。但是，刚才你说前面那个移动得远。不，不是(她用三根小棒量差距)。"匙状物"：距离相等。难道你不应该把它们量一量吗？是的，我没有十分的把握。这个一直在前面，所以它移动相等的距离。

米恩(9岁2个月)　她也是从顺序的估计开始，但在演示环时，在结束时她保持了开始时要求她留的差距，并且说，距离是相等的，它们同时开始，虽然不在同一点上开始，但它们是同时结束的。"匙状物"：同样的距离，只是碰巧一个比另一个长些。具有可以拆装部分的板：距离是相等的，只是这块已向前移动，所有这些都是相同的(即一个整体的部分)。

布罗(9岁整)　带有两个筹码的板：距离是相等的，虽然那个红的一直是领先的。我们应该回到起点，否则它们就不能移动相等的距离，因为黑的筹码不如红的筹码移动得远。然而，在用环演示时，他一直保持原来的差距，并认为距离是相等的：它们保持与开始时相同的距离。"匙状物"：反应相同。具有可拆装部分的板：这一整块同时向前移动。如果我们量一量这个距离，它一定是相等的。假如你单独地量一下这个小正方形的距离呢？这没有意义，因为我们知道它们是一起的。

瑞尔(9岁3个月)　带有两个或六个筹码的板：毫不犹豫地指出，它们移动的距离一样远，因为它们一直在一起。然而，当板旋转时，她认为它们或许做不同的旋转。环：她保持了原来的间距，并且认为距离是相等的，因为它们两个都移动了相同的距离。"匙状物"：同样的反应，但它们必须直线移动。

处于这一水平的受试者之决定性的进步是，他们不再根据到达的顺序而是依据起点和终点间的距离来做出距离的判断。两种因素对这种最后的进步起了作用。第一种是数理逻辑的因素，这应归功于度量系统和协调系统的发展，它们使儿童能够对开始和结束时的差距加以比较。第二种是物理的因素，它涉及动力学和运动学的鉴别，这使儿童能够将伸长和简单的位移加以区别。但是，这些受试者实际进步的最基本的特征是，他们已开始不再专注于行为将要达到的目标，而且也不再以第Ⅰ阶段的静力学方法来看待整个运动轨迹，而是把它看作某种持续的运动。大多数受试者(从阿特奥到布罗)开始时完全根据顺序的标准(行程的终点)，接着便对这一标准产生疑惑并回想起原来的间距，并较好地把运动作为一个整体来估计。这一事实清楚地表明在认识方面他们已经取得巨大进步。结果，他们便能够把"行为长度"和"物体长度"协调起来(因此就能赋予后者稳定的特征)。

结论

在这项研究中，我们希望受试者能构建两条相等的路线而不是沿一条特定的路线到达一个特定的目标，这一事实使他们面临这样一个特殊的认识问题：鉴于一个运动通常要达到某些结果，儿童便会非常容易地想到，两个运动通过的距离相等便需要一个重要的概念化过程，因为它涉及(参见本章介绍)一个关于什么是“相等”的标准选择问题。除此之外，还因为完成这种复杂的任务同样需要根据这个标准的选择来加以调节。这样，相等距离这个概念的逐渐发展使我们更清楚地认识到了在对移动物体之行为的意识的把握和两条对应路线之相等这一概念形成过程之间复杂的相互作用。

我们看到，处于ⅠA水平的受试者还没有把“物体长度”与“行为长度”区分开来。受试者对于行为长度的意识的把握的特征可由这一事实表现出来，即质的范畴明显地优于广度或长度的标准(如*很短的路线*、*太短的路线*等)；儿童判断的依据是它们的形状，而*忽视*了它们的线形(直线或曲线)，甚或会依据对路线的熟悉程度(习惯的路线与不习惯的路线)。在对两条路线的相等性进行判断时，即使实验者特别地说出它们是“相等的距离”，处于ⅠA水平的受试者还是不能超越原来就有的那些概念，如同一范畴(很小等)、同一形状(平行的直线或相似的曲线)或“走同样的路线”的距离相等。虽然如此，但这些受试者毕竟已开始运用了一些特殊的“相等”标准，这些标准的运用预示了后面阶段的顺序标准的出现：假如它们到达同一终点，特别是当运动物体“一起移动”时，那么两个距离就应该是相等的；如果它们分离开来而且一个“赶上”了另一个，或者，如果一个运动物体而不是另一个运动物体直接由受试者推动，那么这两个距离就是不相等的。

这些质的标准在ⅠB水平仍然存在，但是，只要运动物体在同一载体里面或同一载体上面，质的标准便有所改进。在这种情况下，他们往往用同一范畴、相同形状、朝同一方向或同一目标来描绘运动的路线，这种描绘与这么一个观念，即它们“一起”移动，结合在一起。于是，这种关系就变成了ⅠB水平的主要标准，它可以被称为顺序的，因为“一起移动”意味着两个运动物体中的任何一个都不能超过另一个(至少在其总的意义上是这样)。此外，这一水平的受试者还用平行的或对称的路线来说明独立运动的筹码，以使它们始终在“一起”。与此相对照，如果两个运动物体之间始终存在着间距，那么这些受试者最普遍的反应不是考虑在前面领先的那个，而是在后面的那个，它要赶上领先的那个，这样二者又到“一起”，所以就使得第二个比第一个移动得更远些。总之，这一水平的受试者有这么一种倾向，即对于路线长度的掌握或概念化总是服从于行为长度的相等。

ⅡA水平的受试者的反应涉及对于运动物体和参考系的相对位置的比较精细的分

析，因此，不仅当板绕筹码中的一个旋转时，他们拒绝承认矩形板上的筹码是在“一起”的或移动距离相等，这是正确的；而且，当它们中的一个先于另一个向上移动时，他们也拒绝承认它们是在“一起”的或移动距离相等，而这就错了。新的根本的标准是最后的顺序，这个标准的选择代表了一种分析的进步，这种进步或多或少地与有意忽视由起点的不相等而引起的可能的麻烦结合在一起，由此便出现了一些正确或错误的补偿。这些补偿包括将在运动过程中筹码的次序加以颠倒等，同时也包括拒绝承认在“匙状物”中的筹码移动相等距离的可能性。

但是，也是在ⅡA水平，当两个运动物体的路线不同（有关过程方面）或不平行时，我们的受试者已经开始注意到起点和终点的差距。这种方法在ⅡB水平得到了概括，它反映了对所有变量和度量加以协调意识掌握方面的一种进步。这就使受试者能够正确地解决那些使他迷惑的相等问题，也使受试者最终把物体长度与行为长度区分开来（行为长度的特殊地位一直使ⅡA水平的受试者把终点看作第一位的标准）。

第十二章 镜 子[①]

在前面的有关因果关系的研究中，我们考察了镜子的问题，在本章的分析中，我们将就这一问题研究受试者的其他方面。我们尤其要试图确定这一点，即我们的受试者逐渐取得的进步是简单反馈调节的结果，还是涉及基于早期经验或在一连串实验中构建的因果推论。换言之，我们将试图确定，这些进步是不是用于演示的材料与受试者自己的逻辑的和几何学的发展真正协调。此外，如果事实果真如此，我们还将试图探明受试者是不是认识到这一点，即除了解释材料，即使没有做出推断，他们至少也是按某一意图(即预先推测出将会发生某种情况)行动。显然，这个实验结果将给我们提供许多有关受试者对自己的有意识的或无意识的行为的掌握，这同先前的研究给我们提供许多有关受试者对因果关系概念的掌握是非常相似的。

我们用一个细长的电筒(它可以发出相当窄的光柱)向屏幕照，然后让受试者指出光移动的“路线”。尽管我们知道，年幼的受试者认为光不能在空间持续地移动，他们认为光在远处跳跃式移动，但我们仍认为用“路线”这个词来说明光的移动更方便，在整个光柱清楚地显现在胶木(formica)桌子上的情况下更是如此。接下来，我们将电光(通过镜子)投射到屏幕上(以 45°角)，给受试者一面长 25 厘米、宽 15 厘米的镜子，要求他以一种“像刚才那样使光照到屏幕上”的方式来使用它。如果他认为做不到(事实上，在整个第一阶段，即 4－6 岁，有时是 7 岁的受试者，都不能做到)，实验者就给他演示如何才能产生所要求的效果(但只把镜子置于一个位置上)。然后把电筒移开，让受试者再试一次，有些 4 岁以上的受试者是可以顺利地完成的。然后便要求受试者解释他的实验过程。实验者要尽可能启发受试者，使之做出尽可能多的解释。接着再变换电筒的位置来重复实验。为了便于分析，给受试者一张草图，图上的镜子用一条短线表示，与桌子平行(镜子“垂直”)或不平行(镜子“倾斜”)，草图还显示光从电筒到镜子的路线，要求儿童简单地画出光从镜子到屏幕的路线以完成这幅图。

接下去，把电筒、镜子和屏幕都放在胶木桌子上，构成一个 V 形反射(以下用 V 来代表)。实验者把一支铅笔放在 V 形的一个分支上，相当于入射线(指向镜子)，要求受试者把另一支铅笔放在 V 形的另一个分支上(指向屏幕)。然后，实验者变换第一支铅笔的位置，要求受试者把第二支铅笔移动到一个适当的位置。这就以一种更鲜明、更直

① 与 A. 恩里克斯-克里斯托费德斯合作。

接的方式提出了一些与画图非常相似的问题。因为 V 形非常显而易见，而且如果受试者想做的话，只要使两者对称即可（有时年幼的受试者也能这么做，所以，当他们这么做的时候，确定他们理解的精细程度是非常重要的）。

最后，实验者拿出两面镜子（A 和 B），要求受试者使光从电筒射到 A 镜，从 A 镜到 B 镜，再从 B 镜到屏幕。在询问的过程中或最后演示这个较困难的实验（这个实验不能由感知运动法则来解决），对于发现受试者是否已从实验中特别是从演示铅笔的实验中学会点什么，将有很大益处。

第Ⅰ阶段

这一阶段的受试者不熟悉反射过程，实验者需要首先做一些期望受试者完成的示范动作。实验者只注意他们从观察的事实中所得出的结论。

例子

克里（4 岁 5 个月）　光照在屏幕上，光柱清楚地显现在胶木桌子上。你能用手指出光的路线吗？（他在屏幕上指出光。）像这样（把镜子竖在放屏幕的地方），你能指出光的路线吗？*光停留在*（镜子的）*另一面*。像这样（光照在墙上），光的路线在哪？（他指出墙上的光。）这是一面镜子（实验者来回移动它以显示光的反射）。你能用电筒和镜子使光照到那里（屏幕上）吗？（他尝试并且成功了。）指给我看看光的路线。（他仅指指屏幕。）光从哪儿开始？（他指指电筒和屏幕，实验者提醒他还有镜子，他又指指镜子，然后画出两条不同的路线：一条是从电筒到镜子，另一条是从电筒到屏幕。）实验者演示由入射光柱和它的反射线所组成的 V 形实验，要求受试者用手指出光的路线。他描绘出会聚在镜子上的两条线，在操纵了电筒之后，又正确地描绘出 V 形。如果我们拿走镜子，光还会这样照射吗？*不，它将这样*（以直线）*照射*。实验者拿出铅笔，克里以各种形式排列它们。关掉电筒，将电筒放到屏幕的后面，但与屏幕平行，询问儿童怎样才能使光照到屏幕上（以 45°角对着光柱放镜子就能做到这一点）。他把镜子与光柱呈 90°角放置，打开电筒后，他纠正了镜子的位置。但是，当电筒放到另一边并仍与屏幕平行时，他却没有把镜面转向它，这说明他没有从 V 形实验中学到任何东西。

米诺（4 岁 11 个月）　他也认为光柱不能一直从电筒移到屏幕，仅能指出光柱的起点和终点。他甚至对镜子更迷惑不解，只是在实验者的演示和几次尝试错误之后，他才设法使光柱由电筒到达屏幕。来自电筒的光到哪里？*到那*（镜子）。后来，它又到哪里？*到那*（屏幕）。两面镜子：如果只用两面镜子中的第一面或第二

面，他能取得成功，但总是忘记另一面镜子的存在。

渥尔(5岁3个月) 在观察了镜子在不同位置的反射后，她把镜子放得与光柱平行，并且沿光柱的路线移动镜子。实验者指给她正确方式后，她以任意角度把镜子对着光柱，但镜子仍在光柱的路线上，*因为光在这，反射在那*(屏幕上)。但她似乎认为只要把镜子放得离光柱近一点，就一定能反射到屏幕上。她偶尔稍微转动镜子，并能成功地把光反射到屏幕上，但她立即又把镜子放得太靠近光柱，因而不能再取得刚才的成功。

富拉(5岁2个月) 开始把镜子对着屏幕，接着在实验者演示之后，她成功地借助镜子使光柱到达屏幕。你怎样做的？*我把镜子放在那条线上*。哪一条线上？*光的线上*。如果光像那样照射(光指向另一个方向)，怎样放镜子呢？(经尝试与错误后取得成功。)像这样(镜子与光柱垂直)行吗？*行*。(打开光源。)不行。试着转动镜子(尽管这些话具有暗示性，但她还是使镜子与光柱成直角，并来回地移动镜子)。看(实验者握着她的手帮她转动镜子)。你能这样做吗？*能*(她做了一遍)。刚才你是怎么做的呢？*我转动这面镜子*。现在(电筒改变了一个位置)你怎样做呢？*这样做*(她把光柱对着镜子的背面)。(光源打开。)不行。(她调整镜子，直到取得成功。)你怎样做的？*像这样*(指向镜子)。为什么不是那边(光柱那边)？*因为没有光*。(再次移动电筒，她把镜子放在一个正确的位置上。)你干了些什么？*把它转过来*。像那样呢？(她把镜子正对着光柱。)这就是你刚才告诉我的吗？(多次尝试错误之后取得成功。)你能指给我看看光的路线吗？(她指指电筒、镜子和屏幕，但手指是跳跃着从一物到另一物，好像光的移动不是一个持续的运动。)当光照到这(镜子)时，它会怎么样？*它就走出去了*(方向模糊)。实验者拿出两支铅笔，把它们放在V形上。当实验者拿起一支铅笔并把它换一个角度放置时，富拉便使另一支铅笔以对称的角度放置。但当实验者转动第一支铅笔时，富拉也朝与之相同而不是相对的方向转动。

阿特(6岁4个月) 为了使电筒直接地照到屏幕或另一个物体上，他把镜子放在被照物体的正前方。他使电筒与屏幕平行，并把镜子放在电筒与屏幕之间。实验者给他演示怎样利用镜子来反射光线，但阿特仅仅进行了一系列无用的调整。

柏瑞(6岁6个月) 电筒与屏幕平行：他先把镜子放在屏幕前面，然后放在光柱通过的路线之外，最后试着转动电筒。实验者提醒他实验的要求，于是他转动镜子直到它接近正对电筒。给他演示了正确的方法，他几乎立即就重复了一遍。将电筒改变位置，他还是把镜子对着电筒，然后转动它，最终纠正了错误。铅笔：他能摆出对称的位置，但它们的夹角非常小。电筒以不同的位置放置，在他取得部分成功或偶尔全部成功之前，他还是把镜面垂直地对着电筒；否则，就将光反射到错误的方向。

雷恩(7岁7个月) 她使镜子面对着电筒，不再加以调整。实验者移动镜子

使之产生各种反射，但雷恩还是将它放成她原先放的那个样子。然后实验者轻轻移动镜子，并且鼓励她照着样子做。最后她成功了。指给我看看光的路线。*这是镜子，它把它们都照亮了。*指给我看看光的路线。*我不知道怎样指。*光的起点在哪里？*电筒。*然后怎么样呢？*光就移动*（雷恩用手指着从电筒到镜子，然后从电筒到屏幕，同时轻轻地转动电筒）。V形实验：她仍然认为光是不连贯地、跳跃式地从电筒到镜子，从电筒到屏幕，从镜子到屏幕。电筒放在镜子前面，她构造的是∧形而不是V形。

上述反应表明，所有这些受试者都不能自发地把镜子作为一个反射装置来运用，但只要他们掌握了这种可能性，他们（4—5岁）便常常设法使电筒的光反射到屏幕上。与之相对照，我们将能看到ⅡB阶段（9—10岁）的受试者非常容易地认识到光的这种反射的可能性，甚至在使用两面镜子时，情况也是如此——尽管他们还不能实际地这样做，因为对两个反射行为的协调必须要在有关入射线和反射线关系之精确观念的指导之下进行。

然而，如果只用一面镜子，那么一旦儿童发现能在胶木桌子表面上察觉到镜子与光柱的关系，他们只要以各种方式转动或移动镜子就可在各种情况下取得相同的结果，感知运动的或半自动的调节足以保证他们在反馈帮助下取得成功。但这要提出两个问题：一个是这些调节产生的认知类型；另一个是反馈是否足以解释全部的成功，或者说是否充分地考虑了许多额外的因素（在这个实验之前所确立的关系形式）。这两个问题是不可分的。

就他们对行为的意识掌握而言，我们的受试者非常清楚地知道，他们是以一个特定的位置（富拉说，*我把镜子放在那条线上*）以及一定的角度（*我转动这面镜子*）来放置镜子的，这表明他们运用了行为调节，即运用了高于基本的运动调节的有意识的选择。情况还不止于此。受试的行为蕴含着这么一层意思：光从电筒到镜子再从镜子到屏幕，似乎这些运动是朝一个十分明确的方向行进的，因为在光线移动时，受试者对之进行了细致的调整。这是否意味着他们意识到了光移动的真正路线呢？回答显然是否定的。因为只要向受试者问及光的“路线”（提问有高度的暗示性），尽管这个路线明显地显现在胶木桌子上，但他们仅仅指指电筒和屏幕（渥尔认为，*光在这，反射在那*），而不把它看作一种光的运动。对他们来说，反射乃是一种不太相干的行业的结果。① 我们将看到，甚至处于ⅡA水平的受试者也一直认为*光不能移动*（拉普）。至于光的方向，作为总的方位，它们的确干预了实验过程，因为受试者清楚地知道光应该到达屏幕，但这是一种远远没达到在第三阶段才出现的对于入射线和反射线精确掌握的程度。

此外，我们的受试者取得的屈指可数的成功是不充分的意识调节的结果，而其失败则是由于对镜子的本质的先入之见。由于这些先入之见与反射的思想不一致，于是，儿

---

① 在我们对因果关系的研究中，我们已遇到类似的问题[与德·兰尼(de Lannoy)合作]。

童就简单地赋予镜子一种产生图像的能力，而无视光的运动或方向。这就是阿特简单地安放镜子的原因，开始时他把镜子放在屏幕的正前方，后来放在屏幕与电筒之间，好像必须这样放镜子，才能在屏幕上得到所期望的图像。渥尔使镜子与光柱平行，并仅仅将镜子移得更靠近屏幕。同样地，富拉也把镜子以直角对着光柱，并且满足于来回地移动它。另一些受试者把镜子靠近电筒，他们显然认为，如果他们把镜子移动远些，就会妨碍镜子的反射能力。然而，还有一些受试者先使镜子正对光柱，然后才转动镜子。总之，所有的受试者都认为，*照亮屏幕的是镜子*，这样就把镜子看作传送图像的工具，因而就不考虑入射角和反射角。至于演示铅笔的实验和画 V 形图，影响他们的主要是知觉的对称法则，每当代表入射线的铅笔向旁边移动时，他们往往便朝同一方向移动另一支铅笔(参看富拉)。

ⅡA 水平

ⅡA 水平的受试者能自发地把镜子作为反射器而加以利用，但不能理解其根本的作用过程。

例子

乔(7 岁整)　把电筒置于屏幕的后面，使之与屏幕平行，再把镜子放在电筒前面，然后将它转动至正确的方向，指给我看看光的路线。(他指向电筒，又指向镜子。)光从这里又到哪里？*它到纸板(屏幕)上*。从各种不同的位置，他都演示成功，但认为光遍布镜子表面，然后指出光的路线：电筒→镜子→电筒(跳跃式)。V 形实验：他认为光反射到入射光柱的同一边，后来他立即改正错误，但没有把握。像这一水平的其他受试者和第一阶段的富拉一样，如果实验者拿一支铅笔代表入射线并把它放至另一位置，较之实验者仅仅来回滑动铅笔更容易使乔描述出正确的反射方向。

拉普(7 岁 6 个月)　他从一开始就自发地获得成功：*电筒只有很少的光照到镜子上*。它的路线怎样呢？*它像这样*(向下移动)，*然后那个*(屏幕)*就被照亮了*。但光来自何处呢？*光来自电筒，但它不能移动*。(实验者上下移动镜子，这样在屏幕上便出现光的波动。)屏幕为什么会出现这样的情况呢？*因为你微微移动镜子*。V 形实验：要求他使第一支铅笔代表光从电筒到镜子的路线，而且形成一个对称的构造。从表面上看，他做对了，但如果要求他以 90°角使光从屏幕回到板上，他摸索好长时间之后才取得成功。他显然没有从 V 形实验中得到任何启示。

安德(7 岁 6 个月)　他首先把镜子放得与屏幕平行，然后观看他自己做出的

反射，并移动镜子，最后成功。你是怎样才得到这个结果的？*如果它(来自电筒的光)在那，我们必须要转动镜子，直到它到这。*光的路线怎样呢？(电筒→镜子→屏幕。)像这样(实验者向后拉电筒，但没有改变方向)，光能照到屏幕上吗？*可能。*你有把握吗？*没有，因为电筒远了些。*那怎样呢？……像这样(实验者稍微将镜子斜一下)，光能照到屏幕上吗？*不能，因为光将会照到镜子后面。*要求他画出处于不同位置的镜子的入射线和反射线，每次他都画出两条几乎平行的线。铅笔：他画了许多不同于实验者所构造的那种类型的路线，而且有几次使两支铅笔间隔一条缝隙，好像光在反射之前先要在镜子表面移动一段距离。后来，他又使两条路线紧紧地靠在一起(两条路线之间的夹角仅5°—10°)。

瑞(7岁7个月)　她首先移动电筒，然后移动屏幕，逐渐取得成功。*我们必须做两件事：第一件是这*(把镜子放在光柱中)，*第二件是那*(转动镜子，然后调整，在光柱到达屏幕之前一直要对它加以调整)。光移动的路线怎样？*它照亮镜子，镜子又照亮屏幕。*但当要求她在图上或用铅笔构造光的路线时，她做出的反应是任意的：画出一些中间有缝隙的分叉的入射线和反射线，或有较大缝隙的平行线等。两面镜子：*我不能做，它们必须得是两个小的*(期望入射线和反射线的间隙很小)。她不停地尝试，但只能完成从一面镜子到屏幕的反射。

梯(8岁2个月)　她先把镜子放在屏幕前，然后把它向旁边移，并斜着转动，最后取得成功。*我在两边尝试。*你能指给我看看光的路线吗？(她指出一条线是从电筒到镜子的一条边，另一条线是从镜子到另一条边的屏幕，好像光总是可从镜子的任何部分反射出去。)光不总是从这(射线的共同的中点)反射吗？*那要依光源来定。*后来，她认为光可以从共同的中点反射，因为当镜子倾斜度很大时，光线的入射点和反射点总是共同的。但是，当镜子的倾斜度减小时，她便又认为射线间有缝隙，而且射线是从镜子两边反射出去的平行线。

奥特(8岁6个月)　尝试错误后取得相似的成功，并正确地指出相反方向上的光的路线。但当镜子稍微倾斜时，在入射点和反射点之间画了一条缝隙。两面镜子：通过一个很简单的排列就取得成功。

尼廷(9岁整)　她在尝试错误后取得成功，并正确地指出从电筒到屏幕的路线。如果光照到镜子上怎么办？*它就停留在镜子上。*它是真正地停留在上面还是反射到电筒这里？(沉默了很长时间。)*它停留在镜子上。*如果镜子距光源10多厘米，她不知道如何使镜子对着光柱。在她的画图中，反射线和入射线十分靠近，然后分叉，尽管角度是不规则的。当镜子*非常垂直*时，尼廷承认入射角和反射角几乎是相等的；当镜子*倾斜*时，她就不承认。这个反应在ⅡB水平我们会再次发现。两面镜子：反应混乱。

这些受试者所取得的最大进步是，他们能自发地借助镜子把电筒的光反射到屏幕上。这个进步是与我们在和A.孟那瑞(A. Munari)合作的有关因果关系的研究中所遇

到的对反射思想的归纳是一致的：我们发现7—8岁的受试者把偏振片看作周围所有有色物体的反射中心。此外，这个进步是与受试者对转换的不成熟的掌握紧密相连的，我们将在本章结论中看到这一点。

然而，尽管自发地利用镜子来传递光柱是一种新的发展，但对于倾斜的感知运动调节并不比我们在第Ⅰ阶段所发现的更好，更重要的是，行为的概念化还没有导致对光的运动和方向的掌握。

关于运动，光被公认为从电筒开始，并向着一定的目标移动，但它的运动一直被认为是跳跃式的，而不是连续性的。尽管在胶木桌上的反射暗示了“路线”的概念，并且实验者也明确地使用了这个术语，但受试者仍那样认为。这样，拉普便明确地说*光不能移动*，尽管它能用*镜子来反射*；尼廷认为如果光照在镜子上，*它就停留在镜子上*；等等。

关于光的方向，梯在开始时就向*两边*倾斜镜子，但她这样做的时候是毫无系统性的。所有其他受试者的尝试同样都表明他们缺乏预见。但最明显的特征是，认为在镜子上反射点和入射点不是同一个点的受试者占了相当大的比例。其原因是，这些受试者一直不懂得入射线和反射线是同一运动的重要部分，以至于安德和瑞甚至认为光柱是沿着平行线传播的。此外，在V形实验中，受试者能将两条线画成有一个共同的连接点，而且，尽管他们一般都能预测两条路线的方向相反（当然，它们对应于V形的两个分支，却没有角度的量的相等性），但是他们经常把两条线画在法线的同一侧。当镜子倾斜或实验者转动铅笔时，情况尤其如此，好像反射线被拉到入射线一边。这表明他们对下面的事实已经有了初步的了解，即入射线和反射线是不可分的，尽管受试者对它们的方向还没有足够的了解。

ⅡB水平

这一水平的受试者最终能把连续性和运动与射线联系起来，甚至当光不从桌子上反射，并且在受试者看不到电筒到屏幕的过程的情况下，他们也这样认为。此外，他们毫无例外地认为，入射线和反射线从“垂直”的镜子的共同点反射，但光是沿倾斜的镜子“滑动”的。

例子

皮厄（8岁7个月） 他立即把镜子放在光路上，然后转动镜子：*光触到镜子，然后反射到屏幕*。交给他第二面镜子，他试着以各种方式把它与第一面镜子协调起来，最后他把两面镜子放在一起，像一本以135°角张开的书那样。你能指给我看看光的路线吗？*它从电筒到第一面镜子，又从第一面镜子到第二面镜子，然后从第*

二面镜子到屏幕。(事实上,第一面镜子在反射中没起作用。)如果这样(电筒只面对一面镜子),光的路线怎样呢?*当光碰到镜子,它沿相反的方向返回来,它返回到电筒,并且是笔直地移动的*。V形实验:除非实验者改变镜子的倾斜度,否则他都能正确地预期到反射路线:*如果镜子斜得厉害,光线也斜得厉害*。换言之,反射的角度是随镜子的倾斜度而变化的(参看盖尤和弗依等)。

麦尔(9岁10个月)　他用一面镜子演示实验,很快就取得成功。当用两面镜子演示实验时,他所进行的步骤在原则上是对的,但没有充分地考虑镜子的倾斜问题,在电筒与屏幕平行时,他以与屏幕相对的方向把光投射到镜子A上,然后试着把光反射到镜子B(在电筒与镜子A之间)上,希望能通过它把光送回到屏幕上。当这样做没有成功时,他解释道,*光从电筒到镜子B,然后回到镜子A,从那里又到屏幕*。这显然是因为镜子的间距不大而使他迷惑。

盖尤(9岁7个月)　在运用两面镜子做实验时,他几次尝试与错误之后,仅成功一次。然而,当要求他在关闭电筒后重新构建一条反射路线时,他以错误的角度安放镜子,并且说*光在这里交叉*(一个非常小的角度的反射),*因为镜子斜得太厉害*。当镜子倾斜,并使电筒与之成直角时,他比较肯定地认为光不能反射:*它像这样*(斜着)*到达,然后继续下去*(沿斜坡);*它不能返回来,它一直往下走去*。像这样(电筒与镜子成直角,镜子与桌子成直角),怎么样呢?(他认为光将折回来。)你看,*如果镜子这样*(向右)*倾斜,光就会回到这*(右边);*如果镜子这样*(向左)*倾斜,光就会回到这*(左边)。*但是光是垂直的,它必须完全垂直地返回来,因为它不会滑动*。V形实验:当镜子不倾斜时,盖尤使反射角与入射角相等。这个角度与那个角度相等吗?*它向这滑动一点儿,也向那滑动一点儿,它们应该是相等的*。然而,当镜子倾斜时,他就不再认为相等了。

弗依(10岁10个月)　他在调整两面镜子时有些困难,因为尽管他正确地安放镜子B以保证来自电筒的光线的反射,但对于A镜的放置,好像他期望光从它的表面向右滑过去。后来,他对两面镜子作了这样的安排,即来自镜子A的光线可以反射到镜子B上,但光线不是来自电筒。在画光路图或在V形实验中放置铅笔时,他做出了同样的反应:如果镜子与桌子成直角,反射线将以与入射线相对的方向运动;但如果镜子倾斜,这两条线几乎靠在一起。*这里*(镜子不倾斜),*光线一直向上到顶;但这里,光线不能向上到顶*。两个角度相等吗?*那个*(倾斜的镜子),*一个角比另一个角大*。

艾恩(10岁4个月)　他在调整两面镜子方面也有困难。他正确地使镜子A向着屏幕,但安排镜子B时,好像光线沿它的表面传播。*我不明白光线怎样才能从这*(镜A)*到那*(镜B)。对于两面不倾斜的镜子(角度几乎相等),他的图画得几乎正确;但当镜子倾斜时,反射的角度就太斜了。*当镜子倾斜时,这两条*(射线)*几乎碰到一起;如果它不倾斜,它们就*(对称地)*散开。当镜子倾斜时,光也倾斜*。

祝德(10岁7个月) 在演示两面镜子时遇到同样的困难之后,对于不倾斜或稍微倾斜的镜子,他画了一张几乎正确的图(射线方向相反,但角度并不十分相等)。但当倾斜度增加时,他把两条线几乎画到同一边。

戴恩(11岁1个月) 他在演示两面镜子时失败。当一面镜子倾斜时,他仍然把两条线画得过于接近;但当镜子与桌面垂直时,他或多或少地把图画正确了些。

维尔(11岁6个月) 在实验开始时,她有一些ⅡA水平残余的行为,她勉强地承认光沿连续的路线移动。在演示两面镜子时,她坚持认为,*如果另一个在后面(比第一个远些),光线就不能到达。虽然它总是固定不变的,但它也反射。用一面镜子时它反射,两面镜子时就不反射。用一面镜子时,光线接触到镜子,然后到那接触屏幕*。甚至当镜子不倾斜时,她沿入射线方向把光反射回去,但后来便改正了她的错误。对于倾斜的镜子,她认为反射线是沿镜子的倾斜面反射的。

这些受试者最大的进步是,他们懂得光不单纯是远处发光体的作用,也是连续地在空间传播的。皮厄认为,*它反射回来,笔直地传播*;盖尤认为*它滑过去或走回来*;弗依认为*它一直向上到顶部*;维尔认为*它与镜子接触,然后反射到那*。我们将在下面看到,甚至贝尔(介于这一水平和下一水平之间的例子)也一直认为,*光线越强,它沿镜子滑得越厉害*。这就使他们将对于运动学不成熟的掌握服从于动力学。

第一个进步导致了第二个进步:如果光在空间中传播,那么反射线和入射线一定是接触的,也就是说,它们之间不存在ⅡA水平的受试者所认为的缝隙。

此外,这些受试者还认识到(第三个进步),如果光能够像一个运动物体那样直线移动,那么镜子对它的反射必然要形成一个偏差,但这个偏差又是减小到*最低限度的*。换言之,反射线必须是入射线在一个对称的相对方向上的一段延伸部分。因此,当镜子是“垂直的”,即与桌子边缘平行或与儿童视线成直角时,就形成V形,即入射线和反射线的排列,从质量上讲,是一个近似相等角度的相等形式。在我们与B.英海尔德合作的有关台球法则入门的实验研究中,当这一水平的受试者处理球从墙上反弹的问题时,我们也发现了同样的反应。

然而,儿童也为这些进步付出了代价:如果光能真正地像一个运动体那样移动,它必须要遵循在不同的倾斜度上具有不同的运动这一规律。这便解释了处于ⅡB水平的受试者的一个共同信条:*如果镜子斜得厉害,光线也斜得厉害*(皮厄认为),或者因为*它不能返回来*,所以*它滑动*;*它一直向下*(盖尤认为,其他还可参见弗依、艾恩、祝德、戴恩等)。结果,反射线便被看作在与入射线相同的方向上的折回,或者像艾恩所指出的:*当镜子倾斜时,光也倾斜*。

光的这种“滑动”效应在儿童对反射线方向的预期中产生了一个严重的曲解。因此,处于这一水平的受试者在演示两面镜子的实验时如此不成功,对此我们也就不会再感到吃惊了。正如我们先前所说的那样,通过尝试错误和感知运动调节来解决这个问题是不可能的,因为它需要对第一面镜子与电筒和第二面镜子(暂时被考虑为屏幕)的

行为的调节以及第二面镜子与屏幕的角度的同时调节，所有这些都需要仔细地预见和推论。既然这一水平的受试者对反射方向的掌握强烈地受到这种"滑动"错误思想的影响，因此这种推论也就不能有效。

介于ⅡB水平和第Ⅲ阶段之间的例子

ⅡB水平的受试者认为，如果镜子是"垂直的"，那么入射线和反射线就会沿一个相对的方向传播，但反射的角度受镜子倾斜度的影响。第Ⅲ阶段的受试者认识到在任何情况下入射角和反射角都是相等的。下面是一些介于ⅡB水平和第三阶段之间的例子，受试者多在11—12岁，我们现在就来考察一下他们的反应。

例子

梯恩(11岁6个月)　在几次尝试错误之后，她成功地演示有两面镜子的实验。*我把一面镜子放到光源前，另一面镜子放在屏幕前面，以便于光到第一面镜子时能被反射到第二面镜子上，然后从第二面镜子反射到屏幕。*V形实验：她开始就使两条线的夹角为90°。如果我移动电筒，会产生什么影响？*没有什么影响。*我们怎样才能改变反射线的方向？*改变一下镜子的方向即可。*她这样去做，并在几次观察之后，成功地使反射线沿与入射线相对的方向传播。*若光从这个方向入射，它不会被反射回去。*最后，反射角和入射角相等吗？*是的，它们几乎完全相等。*

加(11岁6个月)　他在成功地演示一面镜子的实验之后，又成功地演示两面镜子的实验。你能画出这个路线吗？(他画了一些图，线的夹角都是90°。)*光线以90°从镜子上反射。*为什么？*因为当你看镜子时，镜子中的任何东西看起来都是垂直的。*但是当他考察两面镜子中光的真正路线时，他认为，*光不再以直角反射。*那它是怎样反射的？*它是以同样的角度反射的，如果这个角是40°，那个角也是40°。*它总是这样的吗？*是的，如果我们转动镜子……不，那是不可能的，因为光线自己不能改变。*

贝尔(12岁1个月)　她在演示两面镜子的实验过程中逐渐成功。在她的绘图中，她开始时把反射线的方向画错了，并且解释说，*我以一个倾斜的角度放第一面镜子，以便于光能反射到第二面镜子上。*光的方向怎样呢？*光线越强，它沿镜子滑得越厉害。*但后来她又认为，*玻璃不能改变*(光的方向)，*它总是把光垂直地*(以直角)*送回来。我不知道还有其他方法。*最后，她还是把图画对了。如果光这样(30°角)到达，怎么样呢？*那它也将这样*(30°)*反射。*它总是以同样的角度反射吗？*我想它是，也许不太精确，但总是这样。*两面镜子的图：*第一面镜子的角度是相等*

的，第二面镜子的角度不相等。最后，她做出了正确的调整。

桑维（12 岁 1 个月） 偶尔使反射线与入射线向相同的方向传播，因为*当你移动镜子时，就改变了角度*。后来他认识到*角度是相等的，而不论镜子的倾斜度是多少*。*它们总是相等的吗？总是相等，因为镜子反射光线*。

下面这三个例子是明显的第Ⅲ阶段的反应。

卡瑞（10 岁 11 个月） 成功地演示了两面镜子的实验，并且正确地画出图。*光线必须照在两面镜子上*。为什么要这样？*因为我们需要几乎相同的角度*。是几乎吗？*不，完全相同*。

格维（11 岁 6 个月） 演示两面镜子的实验很快成功。你是偶然地使光照到那里吗？*不，你可以看看，它是以 45°角反射的，这两个角度一定得相等*。

帕特（12 岁 6 个月） 也是立即就演示成功。你是怎样做的？*你把镜子稍微地倾斜一下……你必须要量一下这个（入射线）角度，再量一下那个（反射线）角度*。为什么？*它们一定得是相等的*。谁教你这样做？*我经常在阳光下用镜子这样尝试*。在这里呢？*当光线照到第一面镜子上时，我们就得使它在另一边也保持相同的方向*。

由于已经取得的进步，处于中介阶段的受试者（从梯恩到桑维）尽管要尝试几次，但都成功地演示了两面镜子的实验。然而，这些尝试的基础是事先的推理和事后的实验证实，而不是单纯地基于感知运动调节。这表明这些受试者已经能够预测光柱的方向，因而也就能够越来越有把握地归纳出这一点，即入射角和反射角是相等的。但使人感到非常有趣的是，他们在得出这个结论之前，必须得经过一个在错误的结论（其基础是光柱要沿着倾斜的镜子“滑动”）和正确的结论之间的中介阶段。这个中介阶段的特征是这样一种假设，即镜子对光总是以 90°角反射的。对于这种错误信念的最简单的解释似乎是，受试者开始怀疑他关于镜子倾斜之作用的错误假定，因为这个假定与他们通常接受的概念（即“垂直”的镜子有助于光的反射）是相矛盾的。如梯恩认为，*它不会被反射回去*；加认为，*光线自己不能改变*。换言之，这些儿童已经认识到，光的传播只受一条法则控制。贝尔之所以认为，即使镜子倾斜，它也不能改变光线的相对方向，而桑维之所以开始时认为，*当你移动了镜子时*，那么*就改变了*（反射的）*角度*，并在最后认为角度不变，其原因都在于此。既然在参照系（镜子所决定的反射平面）连续改变的情况下很难想象反射角将相对不变，那么，最简单的解决方法当然是假定反射角是绝对不变的：光线以 90°角反射，当参照系改变时，垂直相交便是直观地加以掌握的最简单的趋向①。值得提及的是加经常引用的那个理由——*当你看镜子时，镜中的任何东西都是垂直的*，尽管同真正的解释相比，这是很不合理的。

---

① 值得指出的是，B. 英海尔德在台球实验中也发现了同样的中介阶段，在ⅡB 水平（探索协同变化）和第Ⅲ阶段（角度相等）之间的受试者假定球以 90°反弹。在这里，其原因也是在寻找不变性。

然而，一旦经验与光线以90°角反射这一假设一致，那么最简单的更改就是假定角度是相对不变的，这种假定最终便导致这一认识，即入射角和反射角肯定是相等的。真正使我们感到吃惊的是，处于中介阶段的受试者从垂直相交过渡到入射角与反射角相等的速度，例如加直接从以直角反射跳跃到以40°角反射，贝尔和桑维也是跳跃式地改变他们的意见。至于第三阶段的受试者(从卡瑞到帕特)，他们从一开始就认为入射角与反射角相等，而且，他们也不像在学校已经学过这方面的知识，因为他们在开始时曾使用过诸如"几乎""根据……而定"等比较谨慎的说法。

结　　论

现在，我们将比较详细地分别考察从第Ⅰ阶段到第Ⅲ阶段儿童的发展、儿童的行为，以及作为其行为可见效果之组织的概念化的作用。

在第Ⅰ阶段，受试者不能把镜子作为一个独立的(unaided)反射器加以使用，但能够模仿实验者，或者能够把所学到的东西运用于新的情境之中。我们以前曾经说过，尽管参与这些行为的感知运动调节预示着操纵方向及运动的能力，但儿童还不能认识到这些因素，而是把镜子看作产生图像的机器，要以这种或那种方式将它与电筒和屏幕联系起来，就能使光从电筒跃至屏幕。

因此，ⅡA水平的反应所揭示的第一个问题：儿童怎样才能逐渐地将镜子作为一个反射器加以使用？这个进步很容易与我们所知道的有关运动传递的行为等关联起来：它涉及(在7—8岁时构建的)逻辑转换归因到以"中间转换"为形式的物体本身，当中介物不动时，它表现为一种"半内"的性质。因此，如果我们的受试者发现电筒的光能从镜子上反射，而且镜子能送回它们的图像，我们便可以期望他们能借助转换得出这么一个结论，即镜子也能反射电筒的光并把它反射到屏幕上。然而，既然我们试图把儿童的概念化和他的行为联系起来，那么我们就不能期望逻辑转换的发生将不受这些行为因果条件的制约。因此，在这个特殊的例子中，我们必须假定，受试者在这个实验之前对镜子的操纵便得到这样的启示，即通过对镜子(M)适当定位，受试者(S)就可以看到视线之外的物体(X)，即X→M→S，由此得出X→S，即使X和S不在一条直线上，情况也是如此。但这并不意味着转换一般具有一种经验主义的起源，因为以这种形式对上述一系列事件的解释涉及内在运算的应用。然而，内在运算之构建自然要受到一定的内容与这些形式的符合所促进。在ⅡA水平，我们将在所有的方面越来越多地看到这些符合。

ⅡA水平的反应所揭示的第二个问题：如果不成熟的转换能够使受试者自发地利用作为中介物的镜子，那么，受试者为什么不能更好地认识到光线转移的条件以及对这些反射器的不成熟的调节所造成的光线方向的改变呢？如果的确是转换而不是一系列

详细的实验才使受试者发现了镜子的利用，那么他只要通过推理协调的方式来解释引起电筒→镜子→屏幕这种一般联结的行为就够了，他不必详细说明他观察到的光的移动和光的方向的所有细节。既然这种推理的协调迟早会导致对这些材料的分析（而不是对它们的预测），那么受试者必须假设的是，作为他自己行为的结果，电筒的光被镜子的某一部分反射到屏幕，无须自问他是否在处理一个远处的行为或空间中连续的移动，他也无须自问在入射线和反射线之间是否有运动学的和空间的一致（指角度等）。尽管受试者在实践上能成功地对镜子加以调节，然而在认识上，他们显然不明白对镜子调节的原理。

与之相对照，协调毫无疑问地将影响积极调节的发展，而这些积极调节肯定会逐渐导致对材料的分析。首先，光在空间中传播的思想无疑要受这种发现的启示，即对于镜子位置稍作改变便会造成光柱的转移。但这又将带来新的推理的协调，其中有一些是正确的（如光的运动的连续性暗示入射线和反射线肯定有一个共同的交会点，以及如果镜子"垂直"，那么它们一定在一个相对的或对称的方向上传播），也有一些是错误的（如光沿倾斜的镜面"滑动"）。因此，以这种方式产生的推论还不足以做出解决两面镜子问题所需的各种预见。

其次，在中介阶段（光线在任何情况下都以直角反射）之后，紧接着就是入射线和反射线之间关系的完全几何学化（第Ⅲ阶段）。最终，儿童的行为便服从于唯一能够保证其行为获得完全成功的理解。

第十三章　总的结论

由于本书所分析的这些情境比较复杂，所以受试者对这些情境的处理必须要经历一些阶段，或经历一些连续的协调，这同我们在《意识的把握》①的研究中所描绘的早慧的方式是不同的。所以，下面我们将要搞清，我们已经获得的这些新的结论是否进一步证实了我们先前关于动作之最初的自主性，以及概念化过程的观点。然后我们便来检查一下，在动作概念化之相反作用，以及实践成功和概念理解的作用或意义方面，这些新的材料究竟能给我们什么启示。这将导致我们对这个发展的、蕴含的理解过程作一番考察。最后，我们再来分析一下肯定与否定之间的关系。

一、意识的把握和动作概念化的影响

在先前的研究中，我们提出了两个主要的假设：第一，动作是一种知识（“知道如何”）的独立存在形式，而且，动作将通过后来的有意识的同化作用而被概念化；第二，知识将有规则地经历一个从外周向中心，即从对客体的顺化到动作的内部协调的过程。我们发现，这些假设不仅能够很容易在早熟的成功的动作中得到证实，而且在本书所研究的这些情境中也是成立的（在本书所研究的这些事例中，受试者取得成功要经历一个更为缓慢的过程）。然而，我们必须补充说明，在达到一定的水平之后，存在着一种动作概念化的逆向的影响。

就意识落后于动作而言，我们在第一章中已经看到，尽管处于ⅠA水平的那些受试者成功地构造了（用两张卡片搭成的）屋顶、（用四张卡片搭成的）房子等，但在概念化过程中他们并没有考虑到倾斜的作用，也就是说，他们并没有想到构成屋顶的那两张卡片是互相支撑的，或者说，在T形构造中，其中的一张卡片支撑着另一张；在第四章中我们也看到，处于同一水平的那些受试者都能够通过调节木块悬空的长度来保持那些伸出来的木块的平衡，但他们没有认识到这么做必须具备的条件；至于利用镜子来反射光线（第十二章），年幼的受试者虽然能够使光柱偏斜，但他们却没有想到光线是不可能在镜面上滑过一段距离的；等等。总之，我们发现，在所有这些取得初步成功的例子中，意

---

①《意识的把握》，劳特利奇-凯根·保罗出版社，1977年。

识都落后于动作，这清楚地证明动作是独立存在的。至于认知，我们发现，在所有的例子中它都是起始于动作的外部结果，继之以对于所运用之手段的分析，最后才达到总的协调（互反、转换等），即问题的核心。但开始时受试者对这一点是无意识的，他们仅注意动作的机制。

由于这些早期的成功进一步证实了我们在《意识的把握》一书中已经说明的那些发现，所以我们对后期发展水平（这时，概念化和动作已经开始产生互反的影响）的实验情境作了较大的改变。现在我们将要加以考察的正是这一实质的过程。特别具有启发意义的是（第三章中的）运动转换的例子。这些例子说明，当概念化达到转换的程度，而且能够基于"半内"性的中介传递（认为由主动球提供的动力将"穿过"被动球并使它们运动）来做出解释时，动作便紧接着迅速地、系统地利用中介物而加以改变。这使我们想到，这种改变纯粹是由受试者自己的逻辑和他从自己的逻辑中演绎出来的物理学的解释所造成的。然而，我们应该注意到的一点是，这种转换不是突然发生的，而且，在成为一般的运算工具之前，它是由动作本身造成的。正像我们在第三章中所看到的那样，它是两个互相联系的因素的产物。第一个因素是逐步用物质和运动体来代替受试者自己的身体（即受试者的手），这便提供了一些联系；第二个因素是使这些联系从属于一个总序列系统的固定的连续次序。这些就是得之于动作本身调节的两个进步。由于这一事实，这两种进步就给动作以及动作之调节提供了一些新的难度——某种预见的能力，以及更为主动的调节，即在通过简单的、补偿性矫正进行自动调节的地方，有可能在不同的方法之间作出选择。此外，这两个因素也有助于意识的把握，因为预见和选择将很容易地从实际行为的水平过渡到表面的水平。结果，各种各样的矫正便导致了动作和概念化的新的协调。然而，这些新的协调在转化的期间并未构成两种互不相干的现实：运动之实际的和因果关系的协调以及逻辑的或蕴含的关系只不过是同一组织的两个方面。与此相对照，只要认知落后于早熟的、迅速组织起来的成功的动作，那么，结果便是一种不太有直接依存关系的重新构造。

现在我们便能够对动作概念化逆影响的性质作一番评价了。它不是对所见材料或动作的解释作心理的转换，以便形成一个模仿因果关系之解释的具体说明。换言之，处于ⅡA水平的受试者之所以轻叩那个作为原动力的小球以促使那些小球运行，并不是因为他们将运动之传递看作"原动力""穿过"了被动的或中介的小球。概念化只不过增强了预见的行为的力量，同时也增加了在一定的情境下构想出一个直接补偿方案的可能性。换言之，它的贡献只是加强已经内在于动作之中的协调的力量，而且，受试者在这么做的时候并不明白他自己的实践（"为了取得成功，我必须做些什么？"）和他的概念系统（"为什么会出现这样的情况？"）之间的区别。此外，甚至在问题的差别很大，而且问题的要点在于理解而不是操作的成功的情况下，那些（由于其动作）已经能够借助运算来构造现实的受试者在很长的时间内还是没有意识到他自己的认知结构。即使他们已经运用了自己的认知结构，而且能够利用它们来解释事件的因果关系，但在达到相

当高的抽象水平之前，他们还是没有将这些结构转换成反省思考的主题。

我们还可以举出另一个例子：在儿童发现（或模仿）一个有支点的滑杆能够使一个物体发生位移的用途时，他们的认知便有了显著的“变形”。例如，他们并不理解，他们的手指必须使滑杆的一端向着与另一端将要运动的方向相反的方向转动。这是一个典型的认识落后于动作的事例，而且它也清楚地说明，概念化通常是从外周向中心逐渐进行的：起初，它只集中于动作的结果，而且，只是在达到ⅠB水平时才理解“发生了转动”这一概念。在ⅠB水平，概念化过程和动作开始一致起来，因为存在着对于滑杆两端做相反方向运动的旋转的预见和利用。但是，对于那种旋转的理解（即对于它的概念化的解释）仍然落后于动作，因为受试者还没有将支点看作一种简单的固定的工具，而这种工具可以使滑杆在其中心不发生位移的情况下旋转。另外，如果滑杆的运动半径发生变化，也就是说，如果支点从中心部位移向滑杆的任何一端，那么，无论受试者的动作还是他的理解都不能说明将要发生的情况。与此相对照，在ⅡA水平，儿童对于这种改变的效果便有了正确的预见，而且这时也出现了概念化和动作的新水平。事实上，这种预见既是动作之运动协调（对于滑杆介于活动端和支点之间部分运动路程终点的预见）的产物，又是概念化之推理协调（在新的情境中支点移动过程之表象）的结果。与此相类似，受试者便能够通过用滑杆 *A* 代替他的手指来解决问题Ⅴ（图 1），这又是由于推理而同时取得的动作和概念化方面的进步。与此相对照，从问题Ⅴ向问题Ⅵ的过渡以及问题Ⅶ和问题Ⅷ的解决则要等到ⅡB水平，只是到了那个时候，由于动作的尝试与错误和概念的推理之间不断地交换，所以便逐渐获得了平动和旋转的协调。最后在第三阶段，我们看到了概念化过程和动作之间关系的逐渐颠倒：在ⅢA水平（11—12 岁），问题Ⅶ和问题Ⅷ（一些带有两个或三个支点的水平滑杆与一些没有支点的垂直滑杆相连接）便通过一些成功的尝试而得到解决，而且受试者也在概念的水平上发现了平动和转动之间关系的非替代性。在ⅢB水平（14—15 岁），受试者便最终演绎出而不仅仅是观察到这一法则，自反抽象（reflexive abstraction）便通过“反省抽象（reflected abstraction）”而取得成功，其中前者的产物本身就成了思考和意识表达的对象。结果，受试者便能够计划整个动作，它从概念化开始（如果支点未加固定，而且要求受试者将支点置于某一位置以获得某种特定的结果，情况更是如此），而且，普遍出现于ⅠA水平的那种情况也就完全颠倒过来了。让我们回想一下，为了证实这种逐步的解放（其观点是，用概念化的力量获得推理协调的概念化过程的完全自主性），我们在一个或两个星期之后检验了受试者对于这些实验的回忆。我们发现，只有到了第Ⅲ阶段，受试者才能清楚地记得概念化的过程或成功的动作，即使这些动作是经过长时间犹豫和多次尝试与错误之后才取得成功的，情况也是如此。我们在这里看到了动作与概念化之间交换的不稳定性（即使如同第Ⅱ阶段那样这些交换开始取得成效，它们也是不稳定的）的又一个迹象。

总之，我们清楚地看到，虽然目前的发现进一步证实了我们先前研究的结论——意

识的掌握落后于动作方面早熟的成功，而且，意识的把握要经历一个从动作的外周向其中心发展的过程——但目前的发现也使我们看到一种实践成功方面的新情况，即实践的成功经历了一些渐进的不同协调水平的阶段。在本书所研究的这些实例中，首先要经历这么一个较长的阶段（主要指第Ⅱ阶段）。在这个阶段中，动作以及动作的概念化几乎处于同一水平，而且这两者之间有着持续的交流。然后，在第Ⅲ阶段，开始时出现的情况便完全颠倒过来了：概念化不再给动作提供一些必须要加以校正和调整的有限的暂时的计划，而是提供了一个全面的动作程序，这同技术领域中间阶段的情况（即理论指导实践）是非常相同的。

这便揭示了这么一个问题：这些概念化的高级形式是否也经历一个从外周向中心发展的一般过程？在讨论这个问题之前，我们先来看一看成功的动作协调以及成功的概念协调。

二、成功与理解

乍看起来，对于本书书名所提出的这个问题的回答似乎是相当简单的：成功意指充分地理解了情境以获得需要的行为后果，而理解的意思是指，在思想上成功地把握了同样的情境，从而能够解决那种在行动中观察到的并实施过的“如何”和“为什么”之联系问题。然而，如果情况果真如此，那么我们就不应该花费精力去积累这么多的材料了。事实上，这种没有超出常识水平的解决办法根本就没有解决任何问题——它既没有回答为什么实践的成功要早于概念的理解以及后来两者颠倒的原因，也没有说明“动作中的理解”或“思想上的理解”的认识论过程。这些问题实际上要深奥得多，而且，这些问题反过来又将决定行为按其自己的格式进行协调，以及概念化的、数理逻辑或因果关系方面的协调的性质，而在这些协调中，思想经历了一个从最基本的意识掌握到最高级的概念化的过程。

(1) 仅仅从感知的材料来看，在这两种类型的协调之间事实上存在着一种非常明显的差别。由于第一种协调涉及运动的协调，所以它具有一种外显的、因果关系的特征；而第二种协调则是蕴含的特征（它所确立的是意义之间而不仅仅是命题之间的联系）。因此，动作之先前的、自动的协调以及它们的局限性（因为从一定的水平往后，动作首先要通过思想的协调才得以完成，然后要受到思想协调的指导，最后，动作将被思想的协调所取代）是由于这么一个事实，即动作是身体的活动，动作的进行必须要经历一些有序的步骤，这肯定将使动作持续不断地对当前的情况和过去的守恒进行顺化，同时也将妨碍对于诸如未来的、遥远的以及可能的发展进行推断。与此相反，心理的协调却能成功地将多种多样的和相继出现的材料结合成一幅完整的、同时存在的画面，这便极大地增强它们的时-空拓展力，以及关于可能的运动的推演力。但这么做是需要付出

代价的。其原因在于,如果思维不遵循严格的法则,那么它就很容易被歪曲,很容易对过去的经验进行错误的构建并对目前的情境做出不正确的理解,同时还将对未来的情况做出错误的推测。

这种动作方面一步一步的协调同心理方面对所有材料进行快速协调的显著差别(在关于感知运动智慧的研究中,我们曾对此有过详细的论述),在本书讨论的所有实验中都有所反映。例如,在骨牌实验(第二章)中,我们清楚地看到,所有最初的联系都具有有形的性质,而且这些联系都是一步一步地建立起来的。一块骨牌就是一件有形的物体。使一块骨牌击倒与之相邻的第二块骨牌以便使第二块骨牌再击倒第三块骨牌等,需要有手的动作以及一块骨牌对下一块骨牌的压力。受试者从先前的经验中学到了许多看得见的顺序,并通过运动格式而保存下来,因此他无须回想他的记忆。受试者认识到,如果两块骨牌之间的距离太大,那么这两块骨牌就不能碰撞,所以第一块骨牌必须靠近第二块,这还是一种通过经验等而获得的有形的条件。此外,我们可以相当清楚地看到这一事实,即这些有形的协调是一步一步地进行的:发展水平处于第Ⅱ阶段以前的那些受试者甚至不能预见,如果第一块骨牌击倒第二块,而第二块又击倒第三块,那么第一块骨牌肯定也将影响到第四块(这些受试者之所以不能作出如此预见,是因为他们认为第四块"离得太远了")。即使在ⅡA水平的初期,有些受试者仍然处于中间状态——他们不能预见第五块或第六块以后的那些骨牌将会出现什么样的情况,除非实验者按次序一个一个地问及这些成分(这时,他们将毫不犹豫地设想骨牌将一块一块地倒下去)。

既然情况如此,那么我们的第一个问题就是弄清有形的、因果关系的协调能够被认识的原因,而这种认识虽然只限于"知道如何",而没有达到理解的程度,但它能完善那些预示着运算结构之形成的结构(运算的结构是动作的最一般的协调——次序、综合、对应等,而且与某些逻辑的协调具有同样的形态)。当然,动作有着内在的认知力的原因是,它的因果关系是一种有机的或生物学的因果关系,因而也是一种控制论的因果关系,它将从"循环圈"中获得其有机体的力量。换言之,构成动作的那些运动相互之间并不是直线式地向前进行的,而是要结合成一些相对封闭的格式环,而这些格式环是受目的引导的。这些格式将通过它们自身的展开而得以保存,它们将使它们所利用的那些客体适应这些格式,而这就是认知同化的过程。认知的同化具有一些久远的生物学的起源,J. 蒙诺德(J. Monod)曾经作过具体的分辨,而这种分辨使我们能够根据形状来区别蛋白质的大分子,因而使它发挥一种产生次序的功能。这些格式及其同化的功能必须受到感知符号的引导,这一事实自然便提出一个意识伴随感知运动活动的问题。不过,虽然这个问题与认知的最终出现有关,但在我们对于格式之任何有形功能的讨论中还是处于次要地位,因为在生物学的释放物和意识的理解之间存在着大量的中介体。至于感知运动智慧的预见,虽然它们并不涉及结构的演绎(这是对新作用的概念之预见所需要的),但其基础则是先前的信息和经验。因为同化的格式能够通过对客体的顺化

而被加以改变，并因此而不断地进行各种校正，所以它们就能被运用于与先前经历过的场合相类似的情境。

总之，由于动作在后来形成知识的过程中能够发挥一种相当重要的、实际上是必不可少的作用，所以它就揭示了一个与生物学和认知活动之关系有联系的问题。然而，我们在这里不想再回到我们已经在其他地方讨论过①的这些复杂的问题上来。我们目前的任务是要搞清这么一个问题：虽然概念化过程和理解过程都开始于意识的把握，但其机制是不同于身体动作之协调的机制的，那么，概念化过程和理解过程是否具有一些独有的特征？

(2) 我们的假设是，从那种与行为之目标和结果有密切关系的最基本的意识掌握到较高水平的概念化，意识状态之最一般的特征是，它们都表达了一些含义，而且它们将由所谓"含义之表达"(我们无法用更恰当的词来表示这个意思)联系起来。在这种情况下，与动作及其前后关系有关的一切，都能够通过通常的符号学工具(语言、形象等)转换成有意义的表示，尽管协调的核心功能(它不但是问题之根源，而且始终是动作的原因)只是后来才被发现其思想(它是动作的直接后果)方面的对应物——运算协调系统(它以与动作转换物质对象相同的方式转换思维的对象)。就这个意义来说，运算并不是动作的表象——严格地说，它仍然是动作，因为它将产生一些新的结构，不过它是"意义的表示"，而不是身体动作(因为身体动作所使用的联系是蕴含的，而不是因果关系的)。在动作与思想之联系最紧密的这一点上，我们发现了心理学和意识之间最明显的同型性，即因果关系和蕴含关系的同型性。这样，在这个特定的事例中，生产性和作为运算之特征的守恒性之特定的复合便与因果关系方面类似的构成相一致。只有在这一深刻的一元的意义上，我们才能将运算描绘为内化的动作。

现在我们便回到成功与理解之关系的问题上来。如果从动作到概念化的过渡是一种将因果关系向蕴含关系的转换，那么我们便想要知道，在这第二种表达系统中究竟有哪些进步。既然蕴含是意义之间的联系，那么，这方面的进步便呈现下列形式：由于动作的因果关系协调有助于动作达到其物质的目的(这是一种重要的但也是有限的成就)，所以意义蕴含系统就提供了一种既没有包含在目的也没有包含在手段之中的成分，即原因的确定(如果没有它，那么成功仍然只是一些没有意义的事实)。总之，"理解"明白地显示了事物的原因，而"成功"仅仅是对事物的有效利用，成功肯定是理解的先决条件，但理解又超越了成功，因为它继而将成为无须动作的知识。

然而，这最后的超越期也引起了一个问题。如果因果结构一方面与动作及其对象而另一方面又与思维之蕴含结构具有同型性(思维的蕴含结构不能向因果结构提供原因)，那么我们如何来解释这一问题呢——这些原因与所有的实际事物都无关吗？对于这个问题有两个互补的答案。第一个是，受试者在探索物理现象的原因时(通过因果关

① 见让·皮亚杰：《生物学与知识》，伽利玛德出版社，1967 年。

系的解释，而这些解释是受试者在概念化过程帮助下构造的，它旨在说明现象之实际的或客观的因果关系，但这种解释仍然与现象无关)，他偏偏要将他实际上观察到的那些关系适合于各种可能的关系。即使是在诸如骨牌依次倒下(第二章)或一组滑杆转动(第六章)等简单的情况下，为了理解这些过程，受试者必须能在思想上构建一种涉及循环出现的不确定的系列、转换或有规律的替换，因而能够将他实际上观察到的这个系列看作这个有着无穷可能性之系列的一个部分。为了在更广的范围内探索这种无穷可能性的原因，这便毫无疑问地要求有动作的抽象。第二个是，受试者的发展要经历这么一个水平——具体运算将通过动作和概念化之间持续不断的变换而日益完善，虽然在这个水平上概念化尚未超越动作，然而，受试者通过这一途径所获得的运算能力却由于建立在先前运算基础上的新的运算的构建而毫无限制地得到了提高，这将提高受试者探索各种可能性的能力，肯定将有助于动作的超越。简言之，对于原因的理解或探索必然会超越实践的成功并丰富他的思想，因为对于"原因"的探索势必要涉及可能性的探索，这就必然要超越特定的现实。

三、从外周到中心以及未来的作用

(1) 如果概念化是一个逐步发展的过程，那么，我们现在便来考察这样一个问题：概念化的过程是否也从外周向中心发展，即它是否从主客体相互作用(P)领域之最外部和最直接部分向着主体协调的中心机制(C)和客体内部因果关系的中心(C′)发展？我们清楚地看到，本书自始至终所关注的通过概念化过程的动作的超越绝没有外周和C、C′这两个中心的关系，或者说，它绝没有改变向着数理逻辑之内化过程和向着因果关系解释之外化过程(这一点我们已经在《意识的把握》中有过描述)之间的平衡。

我们需要做出两点评论。第一点，如果通过概念化过程得到的动作之超越(或者说，通过原因的理解而造成的成功)可以认为是由于主体获得了建立在先前运算基础之上的构建新的运算能力，那么，这并不意味着，我们这里所谈论的是一种与从外周向着运算构建之中心追溯过程无关的纯粹的构建：每一新的构建显然都是建立在得之于先前反省抽象水平之上的。我们在第九和第十章的结论中详细地论述了这些过程，因而无须再加以重复。甚至在它能够通过对"反省的抽象"进行意识的反省之前，自反抽象就已经探索了形成的机制，这样就更接近"中心"领域，而且这才是真正的反省抽象的开始。我们可以从当代的数学中举一个例子，"范畴"这个概念(具有整个结构元素的类)并非得之于布尔巴基意义上的"结构"概念，而是得之于"应用"或同构(这使布尔巴基能够确定其结构的存在)。在这种情况下，抽象开始于先前系统的形成机制，而不是它们的结果。用我们的术语来说就是，这是一种从协调之外周状态向着中心领域(C)的运动。

第二点涉及因果关系之说明的过程，也就是外化的过程。显然，因果关系的解释是从最明显的现象开始的，即使达到了较高的科学思维水平，解释也只不过是问题的转换，或者说，它只是提出一些新的问题：它从一个解释表面抽象(P)的模型(A)开始，继而探索模型(A)之特殊变形的“为什么”或“怎么样”，由于“为什么”和“怎么样”的无穷变换，因此便需要一种与 A 的一个方面有关的模型 B，等等。我们无须做过多的论述便可以认识到，这一系列的“原因”将越来越接近客体的中心领域 C′。

值得注意的是，同物理学家的实验工作(而不仅仅是本书所描绘的处于ⅠA 至Ⅱ水平的受试者的尝试与错误)一样，甚至在那些概念化过程已经渗入动作的领域内，在(向着 C 的)内化的发展和(向着 C′的)外化的发展之间也始终存在着相关：它有时是结构和数学家自主思维构造的运算符号(它们在物理学中是一些说明的工具——例如在相对论和微观物理学的一些分支中就是如此)；而在另一些时候，它又是新的实验事实的发现，而这种发现又将提出一些前所未有的问题，并需要一种新的数学工具结构(它是通过重新构造而不是通过模仿或反省来形成的)。从心理学的观点来看，这是内化和外化之间不断平衡的引人注目的扩展，这可以从运算结构的初期和儿童的实验动作中看出。

(2) 这种平衡形式是平衡化一般过程的一个方面，是认知功能发展的一个特征，它有助于我们解决成功与理解之间关系方面的问题。有效动作发展方面的一些阶段始终是同目的的导向有关的，也就是说，它是同长期或短期的计划有关的。虽然理解或找出原因也可以说是为了一个持久的、全面的目的，但它受到平衡化一般过程的影响比受到明确分化的目的的影响要大得多。那么目的和平衡化之间究竟是什么关系呢？

L. 戈德曼(L. Goldman)在去世后出版的《马克思主义与人》一书中强调，“未来乃是发生结构论(genetic structuralism)所有概括形式的一个基本方面”，它是“作为目前的决定因素”而出现的。他谈到了经典意义上的目的的必然介入，但在另一处他也承认了“寻向未来的动态平衡力量”的存在。我们在这儿遇到了一系列的问题：决定目前的不是未来，而是目前预期在未来达到的结果。同时，我们清楚地看到，无论是这种自觉的愿望，还是这些预见，都不足以说明平衡化的过程(只有它才有可能使这些计划逐渐变为现实)。我们的连续阶段的特征是认知和概念化过程之复杂的表达方式，所以由此而引起的一个问题便是自觉的目的和从一个水平到下一个水平朝向未来的平衡调节之间的关系(这种平衡调节的形式现在被认为是因果关系的，而不是过去意义上的“目的论”的)。

在那些连续的阶段中，动作之第一位重要的因素是，处于每一水平以及每一特定情境中的主体对于不同程度的自觉目的的追求(它逐渐地归于行为的“动机”)，即使这仅仅指完成指定的任务，情况也是如此。然而，随着主体活动的进步，又将增加一系列派生出来的目的：在失败的情况下，首先要发现一些纠正动作的方法，然后则要探索失败或成功的原因(尽管在时间上要延迟一些)。不过，三种类型的事实表明，我们在这里所

看到的并不是经典意义上的"目的",也就是说,它不是"将来"的影响。

首先,在这些目标中发挥作用的不是将来本身,而是打算在将来所获得东西的表象,它同"将来"完全不是一回事儿:那种表象被公认为构成了一种预见,但它转化为目前的推理过程的基础往往是先前的信息而不是将来的信息。其次,与"终极目标"这一概念(根据这一概念,目的将决定手段)相反,我们已经提到过的所有的目标只能引起对于适当手段的探索,而不能发现或发明适当的手段。再次,无论主体动作的最初目的是否受到任务或自发的意图的引导,那些从属的或"派生的"目的都不是产生于最初的目标,而是产生于主体的尝试与错误,因而也就是产生于平衡的过程。

那么,如果从目的的观点来看,这一过程究竟是什么呢?首先,我们要回想一下,在人的行为中,目标是对应于需要的。这种需要是一种"匮乏",也就是不平衡状态的表示,而且这种需要的满足便构成一种再平衡。其次,我们还要回想一下,虽然逐步趋向于平衡这一过程涉及一个方向问题,但它同目的毫无关系,这同热力学中熵的增加(人们公认它是有方向的)不具有目的是非常相像的。诚然,在认知的平衡中,下列两个方面似乎涉及目的:第一个是(校正或协调之)调整越来越具有预见性;第二个是存在这样一个事实,即每一个阶段都为下一个阶段做好了准备。然而,正像我们刚刚强调过的那样,预见只是一种以先前之信息为基础的推理,因而它绝不意指目的。至于每一阶段都为下一个阶段做好准备,一方面,其中所涉及的只是间隙的存留;另一方面,它只与获得新的进步有关。其结果是形成一种新平衡,而这种新平衡的方向则既决定于那些间隙,又决定于这些最近的成就。关于那些确保这种新平衡的调整——J. 蒙诺德曾经或者正确或者错误地比之于麦克斯韦现象[其活力的平衡由 L. 齐拉德(L. Szilard)和 L. 布里罗因(L. Brillouin)所保持]——人们公认,它向预见和追溯引进了一种"目的",但这仅仅是控制论意义上"目的的机械等同物",也就是说,它与通告(反馈)而不是与线性的因果关系相一致。

总而言之,这种"未来的导向"(戈德曼曾正确地把它说成是发生结构论中任何解释所必需的一个维度)绝不意味着将来对目前发生作用,或者说,它绝不意指经典意义上的目的论;相反,它是指(部分的或整体的)有方向的发展,换言之,它是指矢量意义上的方向的介入。

如果对于动作的这种看法是正确的,那么它对于概念化也将适用:搜寻一些理由来证明一种主张的正确或解释一种现象,将导致一些解决办法的产生,而这些解决办法又将引起一些需要新的解决办法的新的问题,等等。这种连续性肯定涉及方向问题,不过,这里所说的方向只有在事件发生以后才能够加以识别(那种从 P 导向 C 或 C′的方向尤其如此),而且这肯定不是目的决定论的(它的意思是,将来的解决办法决定了目前的解决办法)。换言之,这种方向是摇摆于过去的限定和对于不可断定之创新之间的,每一个相继的发展阶段都是这种情况。因此,只有通过该阶段所构造的推论工具,才能够显示那种新的、未曾预见到的构造对于追溯的必要性。对于数学方面的创造来说,情

况尤其如此。由于如此构造的这些数学创造不是事先就存在着的，所以它们并不是一些发现；同时，由于它们的创造者不能随心所欲地对它们加以更改，所以它们也不是捏造的——它们是一些具有特定性质的构造，一旦它们自己得到完善和封闭（但绝不是在它们完善的过程之中），它们就具有了必然性。它们是一个典型的不具有目的论意义的"方向"的例子，这恰恰就是平衡的特征。

四、肯定与否定

在平衡之构造，以及我们已经检验过的动作的各种阶段和概念化方面，我们曾多次碰到一个问题，这个问题在B.英海尔德、H.辛克莱（H. Sinclair）和M.博维（M. Bovet）关于学习的著作①中详细地讨论过，而且我本人也想从认识论的角度加以研究：冲突和矛盾的作用（它们的消除是发展的一个本质的要素）——它涉及失去平衡和平衡的重建。

在这个方面，我们可以将注意力集中于本书讨论过的那些结果中的一种显著的反应。虽然这种反应在这些矛盾中起作用，但更重要的是它说明了最初的不平衡的存在：（早期阶段中的）占主要地位的一般的肯定，或完成之动作的积极方面。

虽然动作往往导向一个目的（因为它是一个主动的预见，而不是将来对目前因果的影响），而且从本质上说这个目的是积极的（因为一个消极的目的只不过是达到另一个积极目的的手段），但事实是，每一个动作都倾向于改变或否定最初的状态以有利于新的状态，这一点是显而易见的。运算也是如此：把一个成分 A 与另一个成分 B 结合起来，首先意指将 A 从它的最初的位置移开，在具体运算水平（在这个水平上，移置将增加其效果），加法的运算要以减法为先决条件。此外，每一个运算都涉及一个逆运算。简言之，不存在任何认知的活动，不管是身体的动作还是心理的运算，那些肯定的成分都没有得到与之相对应的否定成分的充分补偿。处于较低水平的主体之系统的反应往往要忽视这些否定的成分，并将注意力集中于肯定成分，因而便明显地注重那些肯定的特征。

我们先来看一看移置。一个典型的例子是相等距离的构造（第十一章）：年幼的受试者只关心终点而忽视起点。在涉及两块平行的木板或滑杆（其中的一个成分伸出另一个成分）的所有类似的测验中也出现了完全相似的情况。同样地，在推理的实验中（第十章），处于相应水平上的那些受试者相信，如果他们将线往上拉，那么他们将拉长其中的一根线，而且根本没有想到，这种效果将由这一系统另一部分的缩短来加以补偿。在骨牌实验的例子中（第二章），也存在着类似的忽视起点的情况，那些年幼的受试

① 英海尔德、辛克莱、博维：《学习手艺和认知的结构》，P. U. F.，1974 年。

者认为，不管第一块骨牌和第二块骨牌之间的间距多大，第一块骨牌都将撞倒第二块。总之，只要有移置的情况，受试者都将忽视这样一个事实，即到达终点是一种对于最初状态的移动或改变。

关于转动的问题，我们发现，处于ⅠA水平的受试者（第六章）并没有认识到，为了提高一根带有支点滑杆的一端，他们必须往下拉另一端。那些固定汽车后轮和船舵的问题（第七章和第八章）也造成了类似的困难。

关于砝码的问题，它可以用于使一个物体倒下，也可以支撑一个物体，最初的反应是全神贯注于上述两个方面中的一个。这似乎与否定无关，而且似乎仅仅反映了在思想上同时记住两个条件或两种后果方面的困难。事实上，只要这两个条件互不相关，那么这就是一件很简单的事情：观察或回想一朵花既是粉红色的又是有香味的，这毫不困难，因为这两种性质并不矛盾。这里的问题不是注意的“广度”（即同时存在着的适用范围的扩展），而是这么一个事实——由于受试者认为这些特征中的一个是肯定的，所以他便认为另一个是否定的。那些对于砝码的最初反应明确地证实了这一点，因为在受试者根据撞倒的效果进行思考时，他们忘记了“固定”的效果，反过来也是如此（第四章和第五章）。在卡片房子的实验（第一章）中也有同样的情况，如果年幼的受试者发现，一张垂直地握住的卡片不会向左或向右倾斜，那么他们便牢牢地记住了这一肯定的方面并否定了这么一个事实，即一旦他们将手松开，卡片将倒向这边或那边。另外，如果处于第一阶段的受试者发现 $A<B$ 和 $B<C$ 而不能推断 $A<C$，这并不意味着他们忘记或抑制了 $A<B$，而仅仅说明他们只是注意到了这些关系中的一个关系的肯定的价值，因而不能断定，$A<B$ 排除了 $A>B$ 或 $A=B$ 的可能性，或者说，在 $B<C$ 中的 B 项不仅仅代表一个肯定的成分，还代表一个已经被其排斥的成分限定了的成分。我们往往通过以换算形式（将 $A<B<C$ 换算为 $C>B>A$）出现的守恒性的缺乏来解释无转换性。但是，如果那些特定的关系没有通过其否定的含义（排除）以及其肯定的含义加以限定，那么这种解释就不是充分的解释。

在《意识的把握》中，我们列举了许多类似的反应：在带有回旋力的乒乓球例子中，年幼的受试者并没有注意到，在发射乒乓球时，他们的手指是压在球的上部的；在修建一条上山道路时，他们丝毫也没有看到，为了减小坡度，必须将起点往后移；在弹弓的实验中，他们也没有认识到，为了使弹出的球到达更远的距离，必须将球更往后拉；等等。

这样，首先，肯定成分在开始时处于比否定成分更重要的地位看来是一个普遍的规则，而且这个规则尤其适用于认知的机制。我们可以非常清楚地看到，没有补偿性否定（它们从逻辑上讲是附属于肯定的）的肯定必然要取决于受试者活动的外周性，因为所有可以观察到的特征，在引起其否定的方面之前将先看到其肯定的方面——早在我们记住一个物体不是蓝色的、不是圆的、不是放在桌子上这一事实之前，我们就已经觉察到，这个物体是红色的、方的、放在另一个物体之上。除非这些否定的特性为了与另外一些事物作比较而与另一些事物发生联系，否则这些否定的特性就不具有任何意义。

此外，根据这一事实，我们可以看到，那些否定的方面更接近中心领域，它们同相关、协调以及越来越复杂的推理有关。正因为如此，我们才将从外周到中心这个一般的认知过程作为一个尤其重要的实例而加以论述。

其次，同移置的情况（物体的位置作为运动的目标，其位置暗示从最初的位置开始运动）一样，如果否定的成分同动作进行的条件相联系，那么，这个否定的成分便常常会妨碍动作之早熟的成功，它往往要造成或多或少的失败以及随之而来的必要的调整，例如，构造相等长度的路程（第十一章）的情况就是如此。

再次，对于否定成分的忽视引起了各种各样的不平衡和矛盾（在逐渐取得成功的例子中情况尤其如此）。对于这个系列的研究，我们之所以从因果关系开始，继之以完成的动作的意识掌握，最后再分析这些矛盾以及这些矛盾得以克服，其理由正在于此。

最后，对于逐渐协调以及关于否定成分这一具体问题的分析，对于反省抽象的问题也有启示，因为反省抽象既是新奇事物的构造者，又是一个同构造新奇事物的机制有关的追溯过程。至于否定方面的认识，我们看到，它们并非产生于直接的观察，所以对这个问题的回答，我们只需自问：它们距离经验的抽象究竟有多远，它们在哪一点上与反省抽象有关，为什么同反省抽象有关？

显然，尽管本书描述的这些朴素的事实使我们回答了几个不太显著的问题，但它们继而也提出了许多新问题。这可能会使我们最有耐心的读者也感到烦恼。但是，这却不能使研究工作者气馁，对于研究工作者来说，新的问题往往比公认的结论更为重要。

附　　录

皮亚杰对意识科学的不朽贡献

〔加拿大〕米歇尔・费拉里 著
徐献军 译
陈 巍 审校

皮亚杰对意识科学的不朽贡献

Piaget's Enduring Contribution to a Science of Consciousness

作　者　Michel Ferrari

原载于 *The Cambridge Companion to Piaget*, edited by U. Müller, J. I. M. Carpendale, L. Smith, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009, pp. 287-309.

徐献军　译自英文
陈　巍　审校

皮亚杰对意识科学的不朽贡献

本文分析了皮亚杰有关意识的思想，以及这些思想是否应该获得比它在最近一些有关意识的著述中得到更大的关注。例如《布莱克威尔意识指南》(2007)和《剑桥意识手册》(2007)关注到了皮亚杰有关意识的思想。我认为，皮亚杰有关意识的思想应该得到更大的关注。尽管这两本书没什么错误[实际上，Zelazo, Gao and Todd(2007)对皮亚杰意识思想中的一些关键方面，做出了良好的综述]①，但其中的解释将皮亚杰有关意识的丰富陈述贫乏化了。

总体上，对于今天的很多学者来说，有关意识的问题是"现象质"或"像是意识一样的某种东西"(Nagel, 1974)。皮亚杰没有正面地讨论这个问题，而是提出了更为重要的问题：主体如何发展出对于他们自身以及世界的有意义理解？因此，皮亚杰的理论提出了在任何意识经验质理论中都居于核心的两个基本认识论问题：(1) 在任何认知中都涉及的主-客关系；(2) 在认知主体中的物理-精神关系(但不是它的特殊机制)。皮亚杰采取的是"内在相互作用论"的独特形式(超越生命跨度来讨论第一个问题)以及精致的平行主义形式(用控制论与结构主义来处理第二个问题)。皮亚杰的最终目标是，提出源于神经科学、认知科学以及逻辑学信息的整体一元论，并有力地解释为什么这种一元论总是有一种在生物机械因果性与心理意义之间的内置二元论。

一个当地的访谈者问皮亚杰(1971)："您认为，心理学的目标是什么呢？"皮亚杰回答说："品行(la conduite)。"但他立即补充说：

---

① 在774页的《布莱克威尔意识指南》(2007)中，皮亚杰的名字在两个不同的章节中出现了两次，但都没有提到他有关意识的观点。在981页的《剑桥意识手册》(2007)中，皮亚杰的待遇稍微好了一点。在《剑桥意识手册》中，皮亚杰再次仅仅在两个章节中被提到，但至少这两个章节都讨论了他对意识的理解。第一个章节只是轻蔑地提到了皮亚杰有关语言与意识关系的看法(Chafe, 2007, p. 355)；第二个章节对皮亚杰的讨论要好一些(Zelazo, Gao and Todd, 2007)。皮亚杰被列为早期对意识发展做出有影响力解释的人。然而，他们错误地宣称"对于如皮亚杰这样的早期理论家来说……意识是要使用新的心理科学方法的问题"(p. 407)。在这篇文章中，皮亚杰被提到了两次以上，一次是修正感知运动格式(p. 414)，一次涉及皮亚杰的这个宣称：符号思维只在2岁开始出现(p. 421)。他们强调了这个事实：意识对皮亚杰来说实际上不是主要的问题，而是要在一个有关规范和逻辑必然性如何从连续的具身活动中涌现出来的全面框架中得到解释的东西。泽勒佐及其同事对于皮亚杰思想的讨论，以来自《意识的显现》1976年译本中的最后一段为结尾——英译本标题是非常糟糕的《意识的把握》；不幸的是，这种译法使得皮亚杰的思想很难得到理解(尽管不是不可能)。

“我们所指的品行是行为的整体，即主体的活动与意识。但对心理学来说，意识总是在行为的语境中得到理解的，因为意识会非常地有缝隙与扭曲。我们意识到推理的结果，但不能意识到推理的机制。主体自己不能分析出推理的机制。”[1](p. 60)

皮亚杰继续说：

“心理学的目标是整体意义上的品行。心理学家寻找机制。我们非常远离哲学家的心理学。然而，哲学家的心理学所分析的是我们所不能忽视的生命经验、内在经验，因为这种知识提出了科学的问题。”(p. 60)

这段访谈与许多类似著述所说明的事情是，对皮亚杰来说，意识从来不像许多行为主义者说的那样是科学的。实际上，皮亚杰在其一生中都在追求将意识问题作为整体心理学的一部分，而这是他之前的法国心理学家的典型特点。

皮亚杰所指的意识的科学研究是什么？

理解“意识”[2]这个术语的方式有很多，因此必须弄清皮亚杰所指的意识是什么，以及他所提议的意识的科学研究方式。在皮亚杰的心理学中，有关意识的地位，最详细的早期解释是他在 1953 年的会议上所提交的《论“意识问题”》(发表于 1954 年)。然而，这篇论文所提出的立场，在他的《发生认识论导论》(1950c)卷 3 之前的几年，已经得到了详述，并且这篇论文所阐释的观点，已经出现在了他的早期小说《求索》(*Recherche*)(1918)中。根据皮亚杰(1954，p. 136)，有两种典型的对意识的本质及功能进行科学研究的方法：(1) 研究意识的最早或最初始的形式；(2) 研究我们可以观察意识消失或再现的条件(这仍然是当代意识的科学研究所采取的方式)。

然而，皮亚杰提出了第三种方式：研究意识状态的发展变化。他假设新的意识状态的显现，可以通过它们对语言或判断变化的影响而得到科学的记录，并且相信这种发展进程也能解释生理机制与意识状态之间的关系。皮亚杰(1954，pp. 137－138)围绕一个原型例子，组织了他对于意识发展的讨论：“逻辑必然性意识”大约在 7 岁时以必然和一般保存的形式(如长度、数量、物质、重量)而出现。

---

① 如果没有英译本，或英译是错误的，那么我就自己进行英译。

② 对于这个领域的概览，可以参见古泽尔德雷(1997)，塞尔(2004)，威尔曼斯和斯奈德(2007)，泽勒佐、莫索维奇和汤普森(2007)。

实际上，我们最好应该这样来解释逻辑必然性"意识"①：这种意识是某种在 7 岁或 8 岁之前不存在的、运作结构的表现。它们与思想的进程可逆性一起……进化。这种运作从来不是独立发展的，而总是在协调系统（如加、减、等于，等等）中发展……并遵从某种必然性"意识"组成的确定规则（如 $B=A+A_1$，那么 $B-A_1=A$，等等）(Piaget, 1954, p.139)。

这种立场从 20 世纪 50 年代直到他去世，一直都没有改变，尽管他逐渐限制了这种立场(Smith, 1999a, 1999b; Chapter 3, this volume)。20 年后，在他论意识发展的主要著作《意识的把握》[*La Prise de Conscience*(1974a/1976)]及 P. 泽勒佐(P. Zelazo)等(2007)的主要源头中，皮亚杰写道：生成意识"需要重构，并且不能只被还原为阐明的过程……意识到一个动作格式的过程，变成了一个概念。因此，生成意识在根本上包含概念化"(p.261)。实际上，正是这种能力使逻辑必然性得到了概念化，而且皮亚杰研究程序背后的指导思想是，这种能力就从世界的具身行动中涌现出来。奇怪的是，这个问题在当代意识科学中没有得到很多关注；当代意识科学聚焦于从经验如何被具身化与概念化到皮亚杰认为非常具体的方式中。

对皮亚杰来说，理解意识既包括理解个人主体如何获得对抽象和物理客体的必要知识，还包括认知与物理系统如何彼此关联地产生这种知识。让我们从探索皮亚杰如何通过独特的相互作用论来解释主-客关系开始吧。

转变主-客关系：皮亚杰的内在相互作用论

对皮亚杰来说，意识至少以对意识主体（知者）和意识客体（被知者）的明确区分为前提。考察主体的知识，通常会涉及传统的三分法：要么给予主体活动以特权（唯心主义），要么给予客体活动以特权（实在主义），要么倡导二者之间的某种交互(Piaget, 1950a, 1970a, 1970b)。皮亚杰通过提出"第四种方案"——对唯物主义与实在主义的创造性综合——内在相互作用论(internal interactionism)②来避免这些标准立场。我将通过两个例子来阐释他的思想。

例 1：认知数学客体。皮亚杰(1950a)对实在与数学知识之间关系的第四种解答（本质上是操作性的）为："既不把数学关系赋予单独的主体（先验论），也不把数学关系

---

① 皮亚杰(1954)的译者指出：她用觉知(awareness)和意识(consciousness)来译法语词良心(conscience)。这是不必要的和让人困惑的，因此所有的"觉知"都被替换成了"意识"（我用括号来注明我的改动）。

② 有关这个问题的许多当代立场的精确总结，可以参见波佩(1994)、塞尔(2004)或者史密斯(1999a,1999b)。

赋予单独的客体(经验论),另外,也不把数学关系赋予主体与外在于主体的客体之间的实际交互,而是把数学关系赋予主体本身之中的主客交互。"(p. 338)皮亚杰用一个思想实验阐释了这些立场之间的差异:"想象客体,与物理实在是不一样的。数学和逻辑对我们自己来说是一样的吗?"(p. 338)对先验论来说,答案是"肯定的"(从内在于心灵的规则中抽象出来);对传统经验主义与外在相互作用论来说,答案是"否定的",因为物理经验是数学思想独特的源泉或部分源泉。对皮亚杰的内在相互作用论来说,答案也是"否定的",但原因是不一样的。他说:

"进行这种修正的不是物理经验、客体对主体的外在行动,因为逻辑和数学问题,不是源于他/她与客体相关联的特定活动,而是来自主体活动的协调。现在,由于物理世界将不同于它,这些协调本身会基于更深层的原因而修改……因为,在一个不同的世界中,主体的精神和生理结构一般来说也是不同的,而那里的生命本身由于生理-化学结构而不同于我们。因此,生命是从内部来的。在这个程度上,主体基于他的生物和生理-化学根基而获得他的实在功能。在没有参与外部活动时,主体与客体相交互,只要他的活动有一般的协调。因此,这些协调总是与它们所根源的实在相一致……"(1950a, pp. 338—339)

换言之,生活在另一个世界中的极端不同的认知主体,必然会建构出不同的数学知识,因为他们的建构、物理和抽象的潜在活动都不同于我们。

例 2:认知物理主体。皮亚杰(1950b,第四章和第八章; 1970)也用内在相互作用论来解决认知物理世界的问题。这种知识与数学知识之间的差异在于:在应用于像推或称这样的物理行动时,知识必然遵从主体行动的成功和效率。也就是说,外在产生的结果总是涉及客体的物理阻力和主体的努力(它不在如安排系列、分类或计算客体这样的协调性逻辑或数学行动中产生)。在皮亚杰的反经验主义认识论中,主体从来没有简单地记录存在于"外在世界"中的"客体",而是通过行动将客体结构化和再建构。因此,意识(概念化)与实践行动相关联,并最终与对环境的最优适应相关联。尽管这种主体与客体之间的内在交互完全是鲜活的、具身的经验,但是这是最终超越那种经验的理解。

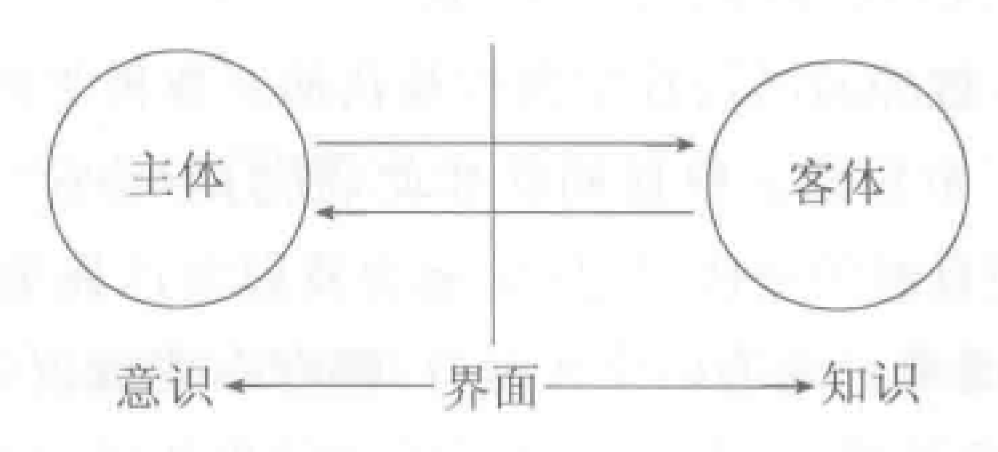
因此,内在相互作用论意在将数学与物理客体意识中的主观方面,与独立于我们而存在的物理世界的实在主义概念相协调。与皮亚杰的内在相互作用论紧密相关的是,他有关意识如何发展的理论,在当代意识科学中仍然没有与之相匹敌的思想。皮亚杰的思想指出,我们发展中的世界经验决定了我们对外在实在的理解,这否认了 J. 塞尔(J. Searle)的观念(1998,2004)。在这里,皮亚杰的思想更接近 J. 瓦雷拉(J. Varela)、E. 汤普森(E. Thompson)和 E. 罗施(E. Rosch)(1991)(还可参见 Colombetti & Thompson,2008;Thompson,2007)所提出的生成进路(enactive approach),正如我们在下一部分会看到的。但是,皮亚杰不同于当代解释意识经验的科学努力的地方是,他很想将神经生物学与逻辑意义(标准性)整合到他的解释中。对皮亚杰来说,有意识经

验徘徊在生物学与逻辑学之间，因为他坚定地认为，人们必须将逻辑与数学必然性意识的发展，解释为非常不同于物理因果性的东西。

意识的发展

一些人会认为，皮亚杰没有直接提出意识的“难问题”——意识经验的主观本质(Chalmers，1996，2007；McGinn，1991，1999)，而是聚焦于作为“连续积极动态系统”(1974a/1976，p. 261)的意识实现(la prise de conscience)(1974a，1974b)。然而，经验的主观本质对皮亚杰来说不是“难问题”，皮亚杰在这方面更接近詹姆斯(W. James)、柏格森(Bergson)或梅洛-庞蒂(Melo-Ponti)。对所有这些思想家来说，经验必然是从我们对世界的鲜活与具身参与中涌现出来的(Müller & Newman，2008；Voneche，2008)。对皮亚杰来说，主要的问题是描述从不可阐明的、对于成功完成某种任务的实践知识(即知道怎么)，到可阐明的概念知识，最终到逻辑或数学知识(即抽象意义)的转换。

例如，尽管儿童可以成功地用弹弓击中目标(实践知识)，但他们仍然需要建构有关他们行为取得成功的方式和原因的清晰和连贯的理解，因为在经验上他们一开始对于他们成功的原因的理解是不完善的(Piaget，1974a/1976)。《成功与理解》(1974b/1978)是《意识的把握》(1974a/1976)的指南，而在《成功与理解》中，皮亚杰探索了在更复杂的任务中(理解是逐渐得到建构的)从实践成功到概念理解的过渡。在这两本书中，皮亚杰着手检查了意识实现发生的方式及原因。皮亚杰宣称：意识的把握，是通过认知结构的成功平衡(即通过反思抽象的过程)而发生的。对此的最好把握是逻辑必然性的内在经验(它可以使对于实在经验的理解更为全面和一贯)。意识实现的原因，是皮亚杰所说的边缘到中心法则。这条法则的内容为：在客观的个体品行结果的基础上，它们必须从经验的边缘(或表面)进到更为中心的对于内在行动机制(主观极或意识)和客体内在结构或本质特征(客观极或对实在的客观知识)的理解(参见下图)。人们只有通过客体的行动，才能获得越来越精致和抽象的对于自身认知之主观能力的理解。再说一次，对皮亚杰来说，这就是心理学处于科学圈中生物学和逻辑学之间的原因(Piaget，1950c)。



意识的法则(引自 Piaget，1974/1946，p. 335)

情感和知觉意识

如果我们只读有关意识实现的皮亚杰(1974a/1976,1974b),那么我们就会得出这样的印象:皮亚杰思考的是意识经验本质的认知知识和源于纯粹个体活动的概念化——沙费(Chafe,2007)和泽勒佐等(2007)所主张的印象。

然而,皮亚杰(1950c,1954)在早期更详细的意识解释中,仔细地考虑了意识的情感与知觉方面,以及它们如何与认知概念化相关联,包括更原初的前运算结构。在这些著述中,皮亚杰认为,他们还会逐渐意识到情感和知觉的意义。"在情感性中,意识建构了价值系统。兴趣可能是孩子身上最原初的情感机制。"(Piaget,1954,p. 144)就认知而言,情感意义是由牵涉(implication)得到确立的。在早些时候,价值系统可能是波动与不稳定的,后来在包括道德规则在内的社会压力下,价值系统变得一致与持久。

义务意识属于情感的领域,必然性意识属于认知的场……尽管因果机制(生理的或社会的)可以解释情感生活的无意识决定因素,但价值意识显然是感情行为场中的实在。价值意识涉及的不是知识,而是价值。另外,价值意识如认知牵涉那样是不可还原的、特殊的和原初的东西。因此,感情和认知意识是并行的,而不是对立的。当然,意识的这两个方面从来不可分割,即使它们是独特的(1954, p. 144)。

皮亚杰正是在这些意义上去理解弗洛伊德对于情感无意识的讨论的(Piaget,1954/1981)。在更基本的知觉经验层次上,情况同样如此,因为对皮亚杰来说,"意识总代表着意义系统"(p. 144),因此意识从来不是孤立的,一个事实总是暗示着其他事实。差异在于:对于更高级的认知过程来说,意义被表征为(类似或任意)符号而不同于被指示的东西,但在知觉中,意识不是这样的。

尽管意识的认知、情感和知觉方面在概念上是独特的,但皮亚杰(1954)认为,它们在经验上从来不是孤立的。要理解为什么如此,我们可以回到皮亚杰(1928,1930)有关作为内在神性(divinity)的宗教经验的早期著述:

"我们不是在寻找宗教经验时而获得理性规范的。在科学的基础上,我们发现了宗教经验,并感到它们作用于我们。神性同样如此,我们不是在寻找神性本身时把握了它,否则只会导致对我们自身的再次肯定(只是为我们自己而编造的偶像)。意识在心理与社会的活动中繁盛起来。无论在什么地方,都存在着理智的追求、绝对的诚意,而忘记了个体对于真理利益的确认,人参与到了规范的思想活动中……斯宾诺莎式的爱与理智的同一,必须是真正鲜活的。因此,意识具有与思想相一致的经验(即最高神性经验)。因此,从研究和品行的犹豫开始,逐渐有了那些阐明要素:内在均衡的丰富,产

生了加入真实的确定性。前进和回归到源头，然后似乎是良心/意识作为一个整体和同一性。"(Piaget，1928，pp. 39-40，注意，因为法语中的良心一词可以表示良心和意识，两者都整合在这段文字中。)

甚至不管人们是否同意神性的内在实在，人们都会认可获得将活动、情感、认知和反思统一起来的深度经验的重要性。人们不只是在纯粹道德的理性基础上主张斯宾诺莎式的爱与理智的结合(Damasio，2003；Sokol & Hammond，2007)。因此，尽管皮亚杰没有在他后来的著述中强调这一点，但他的理论已经包括近来将认知与情感相结合的努力(Damasio，2003；Fischer & Bidell，2006；Johnson，2007；Lewis，2005；皮亚杰，1928；Thompson，2007；Tucker，2007)。但是在 20 世纪 20 年代，年轻的皮亚杰没有考虑如何将神经生物学整合到他对人类经验最深刻的解释部分中(他后来做了这些的整合)。

意识与神经活动：皮亚杰与属性二元论

笛卡尔的困境

任何想要将生物学整合到意识起源与发展中的完整分析，都会立刻遇到将大脑功能的结构与进程、心灵的结构与进程相关联的问题；也就是说，要解释大脑如何使意识与无意识精神活动成为可能的问题。我们当前对于这个问题的困难，主要源于笛卡尔(1641/1996)(追随着毕达哥拉斯、柏拉图和奥古斯丁)如何用他的实质二元论[这种观点一出现就招致了很多现代反对，其中最著名的是笛卡尔《第一哲学沉思集》(1641/1996)中霍布斯的第三和伽桑迪的第五系列反对]来建构现代讨论。

笛卡尔式的二元论对心理学、医学、精神病学、临床心理学，甚至对意识的实验研究都有很大的影响(Dennett，1991，2005；Müller & Newman，2008；Thompson，2007)。近来将现象学自然化的努力(De Preester，2006；Johnson，2007；Roy，Petitot，Pachoud & Varela，1999；Thompson，2007)，为笛卡尔的"心-身问题"提供了清晰和有力的解答：将这个问题重塑为 Thompson(2007)(追随瓦雷拉)所说的"身-身问题"(即为什么某些神经生理的身体进程，能够产生或支持现象意识，而其他进程不能)。

尽管皮亚杰的学术生涯先于这些将现象学整合到神经科学中的努力(尽管皮亚杰对现象学的早期形式持十分批评的态度)，皮亚杰的进路似乎非常类似于近来将现象学自然化的努力(Müller & Newman，2008；Vonéche，2008)，但是，他不像大多数当代作者，他的中心问题之一是解释逻辑必然性如何从生成中涌现出来的认识论问题。

与约翰逊(M. Johnson)(2007，2008)相反的是，皮亚杰警告我们要小心如"心理学

力量”或“心理能量”这样的将物理因果性应用于心理学讨论的非批判性隐喻。对皮亚杰(1970a)来说,“科学比心理学更为高级”(p. 161),长期以来被理解为不可解决的问题或危机,而解答方案经常要求追溯科学概念及其范围,参与到“独立于哲学的内在认识论批判中”(p. 161)。皮亚杰通过引入结构异质同形概念(作为传统二元性理论与任何大脑活动及经验之间并行论的综合)来对“心-身问题”进行批判。

对皮亚杰(1970a)来说,“异质同形(在剥离它们内容的结构一致的意义上),可以在两种互补事件(用本质上不同的语言来描述)之间找到,而这避免了两种类似系统(一种是有用的,而另一种是中介复制品或其他东西的镜像)的不一致情感”(p. 161)。皮亚杰确实认可实在以及我们对实在观念之间的二元论;他还主张,二元论延伸到了“那些伴随意识的神经功能不同于没有意识的神经功能的领域”(p. 161)。然而,“在根本上来说,在二元论下存在着异质同形,而一个东西越来越从最初的全局形式变成更高的理性和美学”(pp. 161－162)。正如J. 弗内歇(J. Vonéche)(2008)所指出的,这是皮亚杰有关意识的观点中难以理解的一个悖论:我们怎么同时拥有心与身之间的二元论和延续性? 皮亚杰仍然想努力坚持这种立场。

皮亚杰在他的《发生认识论导论》(1950c)中提出了“意识及其组织成分之间的”恰当并行论(1950c, p. 161),以及更一般的生物学与逻辑学(心理学振荡于这两个学科之间)之间的并行论(这两个学科都要求自己的解释系统)。大脑与中心神经系统(即经验的生理方面)属于物理因果性的领域。物理进程 A(即触觉刺激)和生理进程 B(即神经触发模式)之间的关系,遵循物质(即物理的、化学的或电子的)决定论,即事件 A 产生事件 B。当代大多数意识科学,似乎都对意识经验的生物伴随采取这种解释。

但是对皮亚杰来说,经验的心理学方面(意识)包含逻辑意义。在逻辑联系中,意识状态或意识现象 A(即识别一个对象)与意识现象 B(即期待那个对象)之间的关系,遵循心理学决定论:A 通过必然性、约束或结果,牵涉或暗示着 B(在主观意识经验中存在的使对象或事件意味着对某人来说的某种东西的意向性及主观性)。

皮亚杰(1954)说:“理论上,我们假设所有运作结构的发展,都能在因果上得到神经病学的解释。意识思想的结构与神经系统的结构总是异质同形的”(p. 142)。然而,如果意识既不是质料,也不是能量(两个在定义意识时经常使用的物理隐喻),那么意识是什么呢? 对皮亚杰来说,意识“有非常特殊和原初的质,而它们通过不能由唯物主义关系所轻易解释的运作结构的心理学分析而得到呈现:意识是依赖于意义系统的关系源泉”(p. 142)。我们在解释数学时可以清楚地看到这一点。

也许所有的数学运算都可以在神经结构的意义上得到我们相信是正确的因果解释。这种因果决定还是不能解释在诸如 2＋2＝4 这样的运算当中的推演必然性……只有在无疑问地从生理角度来看时,才存在着因果性。在对视觉场景生理性的视觉知觉中,皮层进程原因导致了这样的判断:没有量的不守恒。但是从相关意识陈述的视角来

看，知觉不是判断的原因，而是判断的理由……因此，我们发现意义关系是两种意识状态之间的基本关系，而生理联系的特征是因果关系。(1954，pp. 142—143)

皮亚杰继续说：在发展的早期，这些意义关系对在生理上与它们关联的因果关系影响较少。但是在后来的发展阶段，尤其是形式运算阶段，"我们看到它们导致了推演必然性，逻辑或数学……科学的基础，仍然不能得到物理或生理考虑的解释"(p. 143)。

尽管皮亚杰(1970a)仍然强调认知和神经生理结构之间的异质同形，但他还是肯定，在某些狭义和心理学的基本案例中(像注意的脑电研究)，可能有紧密的一致性(如此紧密，以至于可以把认知和神经生理结构看作本质上同一过程的两个方面)。更一般地来说，皮亚杰相信：神经生物学与意识经验之间的一些关系，紧密到足以让人相信可观察并行主义的最终消解，从而支持当代意识科学生成进路所主张的整合一元论。但是，这到底是如何工作的呢？在一个非常实质的步骤中，皮亚杰(1949，1954)主张，精神活动和运算，使用与感觉运动活动一样的生物机制，但是因为它们包括结构化思维，所以它们不需要与任何明显的行为相关联。这就是让神经生物学和心理学解释的最终整合成为可能的东西，而这一点很难与他的宣称(神经生物学和心理学解释有本质差异)相协调(Vonéche，2008)。显然，对皮亚杰来说[就 Johnson(2007)而言]，抽象知识的符号与其他形式，开始于常常通过身体活动类比去想象创造可能性的具身活动(参见 Vonéche，2008，详细解释了这种由活动到符号思想的进程)。皮亚杰(1950c，p. 160)主张，"在它的最初和最终阶段，心灵的建构包含物理因果性与精神意义的进程差异"，而意识经验的发生认识论必然解释这种差异。

皮亚杰对未来意识与神经科学整合的想象

皮亚杰的异质同形论

因此，尽管它们有基本的差异，皮亚杰仍然强调心理学和神经生物学的解释模式，彼此或多或少是异质同形的，因为意义关系与经验的生物学原因有同样的结构和功能元素(即吸收、适应、期待、反作用、均衡)，并且意义关系就是从生物学原因中发展出来的(皮亚杰，1949，1950c，1967/1971，1970a)。对皮亚杰(1970a)来说，均衡提供了一个案例：异质同形基本上是完整的；也就是说，它表明了"在均衡的因果与序列进程中明显成立的并行主义"(p. 167)。然而，仍然存在这种差异：神经生物平衡的因果顺序过程包括一系列生理节律、规则或自我调节，而认知均衡的含义进程是现实或虚拟活动之间的补偿系统(它使转换的实际或可能的可逆运算成为可能)(皮亚杰，1970a)。怎么从生物学节律或调适，进到确立规范的认知运算呢？弗内歇(2008)说：皮亚杰相信，在人类心灵的规则-搜索能力中，每个生物学(还可以扩展到认知)系统，都倾向于将其内在的均

衡最优化。但为什么是这样呢？皮亚杰没有说。这样的活动可能是 C. 泰勒(C.Taylor)(1989)所说的本身不能被质疑的超好(hypergood)。

对心理学与神经科学整合/转换的展望

皮亚杰(1950c)说，神经科学与心理学最终可能相互吸收，以构成一个共同科学，正如生物化学与分子生物学那样。同样的科学研究方法可能会被用于探索现在横跨心理学与生理学(参见他的科学圈)的相邻学科。在这种程度上，所有这些科学不仅会准确地，而且会同时地变得更加理论化与形式化。

包含知觉与智能的完整生理学实际上是一种同时具有演绎性和实验性的物理学，它的演绎方面无疑会部分地与心理学建构的相关格式融合……顺便说一下，只有在我们发现身体与心灵的真正关系时，整个问题在实际上才会为：(心理学运算体现的)发生在这种生理学中的逻辑和数学，最终能否解释来自生理学的实验数据；或者说，反之亦然？在这方面，我们相信，吸收是相互的，而且这种相互吸收甚至会使得我们同时理解心灵与身体、主体与客体之间的关系。(皮亚杰 1950c，p. 148)

皮亚杰的生物系统研究——包括他对普利高津的长期兴趣，以及他与加西亚的合作，都表明他在晚年相信：发展科学最终会围绕着动态系统中为研究物理学和心理学发展提供共同语言与概念框架的自组织原则(Chapman，1991；Piaget，1977/2001；Piaget & Garcia，1987/1991)——这种思想今天仍然十分活跃(Johnson，2007；Lewis，2000，2005；Thompson，2007)。实际上，认知神经科学中的一些研究，例如迪昂(2007)，奥利维尔和乌德(2003)，乌德和马泽耶 (2003)，安萨里、普里斯和霍洛威(印刷中)所进行和描述的数学学习研究，至少它们在概念上走向了皮亚杰曾经期待的这种融合。

对皮亚杰意识观的批判性评价

我同意 C. 麦金(C. McGinn)(1991)的这个观点：任何有关意识的自然主义解释，都必须解释物理身体如何产生意识经验(主观性)，以及物理机体如何能够有意向性(精神表征)。很多人发现，意识的最典型特征以及任何解释意识经验所面临的主要问题为：意识的"现象质"或像是意识的东西(Nagel，1974)。

M. 泰伊(M. Tye)(2007)提供了有用但不完全的问题列表(有一些可以追溯到现代科学早期或更早)：(1) 经验的所有性(和私人性)；(2) 视角主观性(即如果我们要理解经验，那么我们必须曾经拥有经验)；(3) 我们怎么理解有概念差异且由不同神经机制

产生出来的形状和颜色的统一（即捆绑问题）；(4) 大脑产生意识状态的潜在机制；(5) 裂脑人的分裂意识是如何产生的；(6) 经验对主体的透明性（即我们看到“事物”，而不是“事物的视觉经验”）；(7) 人是否能说明他们是否经验到了相对于他人来说是倒转的颜色带；(8) 没有现象意识的复制品（即僵尸）是否可能。

皮亚杰的理论是如何回答这些问题的呢？让我们一个一个地来看。

经验的所有性（和私人性）对皮亚杰来说不是一个问题。尽管行动是公开的，并且可以用于指向有关经验结构的事物（意识科学的关键），但经验本身是主体与客体内在交互的产物，因此经验必然是私人的。对皮亚杰来说，视角主观性也不是问题。内在相互作用论意味着：我们不能共享他人的经验（尽管在吃我们自己的食物时，我们可以了解一点儿他人，甚或其他生物吃食物像是什么样的）。类似的，我们由不同于神经机制引发的、在概念上不同的经验方面的统一经验（即捆绑问题），对皮亚杰来说也是一个幻像。至少，这非常符合这个理论：我们对一个客体所有方面的理解，通过我们与客体交互时涌现出来的意义牵连而整合在一起。我们逐渐增加的、有意识的精神格式，在我们自己行动的基础上构成，并通过将世界与客体整合在一起而被构成。因此，对塞尔(2004)来说，不存在抽象的“颜色”或“线”知觉，而只有作为抽象出发点的意识场。不同的意义或场的各方面，源于大脑的不同区域，这只是用两只手系鞋带一样的事实。

实际上，皮亚杰没有对大脑产生意识状态的潜在机制进行特别的研究，但他确实宣称：同样的机制涉及了对世界的物理行动①。这是一个有待检验的经验宣称，但我们确实发现：例如，视觉和精神意象使用同样的生物学机制，尽管这种宣称仍有争论（Ganis, Thompson & Kosslyn, 2004; Kosslyn et al., 1999）。因此，我们可以确定：当通常在一起工作的不同部分的联系得到确立时，同样的生物学机制可以半独立地运行，并产生裂脑人的“分裂意识”（病人的胼胝体在临床上有严重损伤）（Gazzaniga, 2005; Sperry, 1984）。

对皮亚杰来说，经验对主体的透明性问题被误解了，或者至少要在发展中进行再考虑。在内在相互作用论和边缘到中心规律中，我们的“事物”以及“视觉经验”概念的建构，源于我们对环境行动的反思抽象。因为我们朝向对环境的行动，所以我们通过把“表面”（我们行动的目标与客体）经验视为事物开始（Johnson, 2007）。但是随着主体的

---

① 然而，近来的研究改善了皮亚杰的基本洞见，并主张：大脑不是如皮亚杰的早期心灵控制论模式所主张的普遍信息加工设备，而是作为动态系统而一起工作的特殊处理器集合。D. 图克(D. Tucker) (2007)主张，大脑至少在三种方式上不是同质结构：(1) 前后差异；(2) 左右半球差异；(3) 笼罩外壳的初始核心差异。因此，大脑活动在它与经验是异质同形的程度上，是更为复杂的结构，而且大脑活动必然包括子能力与技能的协调；这种协调方式还需要进一步得到充分澄清，但有可能类似于瓦雷拉、汤普森或安萨里所倡导的那种大脑协调活动。另外，皮亚杰没有强调这个事实：看、想象、回忆一个客体或场景，在精神上非常不同于需要它们自己的异质同形的活动，因为它们意味着对于鲜活身体的不同基本意义（Thompson, 2007）。

发展，他们开始以承认视觉幻象的方式（例如，在缪氏幻觉中，两条看起来不同长度的线段，实际上是相同长度的）去理解“事物的视觉经验”。

实际上，对皮亚杰来说，泰伊（2007）的问题中只有两个仍然是问题，正如它们对于所有意识经验的功能理论来说。第一个问题是，人是否能说明：他们是否经验到了相对于他人来说是倒转的颜色带？对于功能理论来说，一个红绿色盲的人是否将树莓看作红色、绿色或其他颜色，都没有关系，唯一重要的是他们在概念上区分这种颜色，以便理解果实或将果实与黑莓相区分。但是很显然，人们可以说：在黑色、红色和绿色之间确实有质的和可经验的差异，而这是具有超越它们将事物区分开的功能效用的。在皮亚杰看来，个体的颜色质经验超越了科学的范围，我们必须坚持在 D. 丹尼特（D. Dennett）（1991，2004）所说的由思想实验得到的差异推演出来的“异质现象学”领域中。

这个问题导致了泰伊（2007）的最后一个问题：没有现象意识的复制品（即僵尸）是否可能？在原则上，皮亚杰的理论无法区分清醒的人及有意识的人，也包括那些终生没有意识经验的梦游者。皮亚杰可能会认为这个问题的前提是荒唐的，因为要解释的东西是人们怎么拥有他们实际上有的意识经验（对这个问题的关注最早开始于柏格森与现代生物学用来解释意识经验时）（皮亚杰，1918）。但是，在原则上，我们无法把精神格式的纯粹机械与无意识使用（正如人们可以想象计算机程序会发展，尤其是通过计算机程序对环境的行动而发展，正如 Rodney Brooks 及其同事在麻省理工学院所做的测试），与看到颜色“似乎是怎么样的”主观经验区分开，即使无法确定这些质性经验可能有多么可靠或恒常（Dennett，1991，2005）。

最后，在这些经典问题之外，我要以讨论皮亚杰理论的一些扩展方式为结尾。正如泰勒（1985）在他对皮亚杰发生心理学的同情性批判中所指出的，任何发生或发展心理学的运转，“都要使用两个基本的理论概念（它们的发展触及了成长的本质）——发展的终点（成长模式）和规定了内在结构的东西（发展的限制）”（p. 163）。在这种格式中，发展可以通过两种不同的方式而得到理解：一种方式通过理智去中心化和可逆性去追求更高的客观性（如皮亚杰所做的那样）；另一种方式不能进行这种客观撤销，因为“我们试图放入视角的意义，是共享意义”（Taylor，p. 160）。这第二种发生发展追求的是对特定困境的更真实视角——某种作为叙述或精神分析特征的东西（Oatley，2007；Taylor，1985）。在上述两种情况下，我们都不能把发生心理学与有关完整人类生命所具备的意义相分离？

泰勒的发生心理学，与福科（M. Foucault）（2004）的宣称相一致。福科（2004）认为，自我知识可用于“对自身的关照”（自己的自我与他人的自我）——个体智慧的特征。至少在诸如斯陶丁格、多纳和麦科勒（2005）、阿德特（2003，2005）或者帕尔夸尔-利昂（1990，2000）等的理论中是这样的。尽管皮亚杰没有这么说，但他可能会认为：叙述自我理解本身具有一种结构，正如新皮亚杰主义者对成人理解叙述的发展研究所表明的

那样（McKeough & Griffiths, in press）。显然，这种叙述可以越来越概念化和有意识化。例如，通过治疗、个人洞察或正念禅定，所有这些都是集中个体意识流和使之更清晰、更有个人意义和一致的方式。通过这种方式，人们可以扩展皮亚杰的理论，以便解释意识经验的这些更为叙述性的方面。

尽管有其局限性（许多其他有关意识的生物学基础陈述都有），皮亚杰的理论有一种其他当代科学的意识理论所缺乏的力量。皮亚杰警惕这样的事实：有意识经验必须以生物学与逻辑学相结合的方式得到解释，而不是将二者合并。的确，皮亚杰的理论没有明晰地为生物学因果性与意义的意识经验架起沟通的桥梁，皮亚杰的理论尤其没有说明为什么抽象与内在（概念化）行动被经验为与感觉运动意义有质的不同。皮亚杰没有解释：在我们的意识经验确实存在，并且确实发展到越来越整合一致的逻辑必然性的情况下，经验如何通过经验机体，逐渐从公开行动中抽象出来？因此，皮亚杰的意识理论是今天最让人感兴趣的理论，并且确实应该得到比过去更大的关注①。

文献总汇

ANSARI D, PRICE G, HOLLOWAY I. Typical and atypical development of basic magnitude representations: Perspectives from behavioral and neuroimaging studies//FERRARI M, VULETIC L. *The developmental interplay of mind, brain and education: Essays in honor of Robbie Case*. Amsterdam: Springer.

ARDELT M. Empirical assessment of a three[a2] dimensional Wisdom Scale. Research on Aging, 25, 2003: 275-324.

ARDELT M. How wise people cope with crises and obstacles in life. *Revision: A Journal of Consciousness and Transformation*, 28, 2005: 7-19.

CHAFE W. Language and consciousness//ZELAZO P D, MOSCOVITCH M, THOMPSON E, *The Cambridge handbook of consciousness*. New York: Cambridge University Press, 2007: 355-373.

CHALMERS D J. *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. New York: Oxford University Press, 1996.

---

① 这个文本发展了晚期阿德里安·皮纳德（Adrien Pinard）提出的关于意识的科学理解历史（未发表）的一部分，以及之前法拉、皮纳德和鲁恩尼斯（2001）的论文。这项工作得到了加拿大社会科学与人文基金的部分资助。

CHALMERS D. The hard problem of consciousness. VELMANS M, SCHNEIDER S, *The Blackwell companion to consciousness*. Oxford: Blackwell, 2007: 225-235.

CHAPMAN M. Self-organization as developmental process: Beyond the organismic and mechanistic models//VAN GEERT P, MOS L P. *Annals of theoretical psychology*. New York & London: Plenum Press, 1991: 335-348.

COLOMBETTI G, THOMPSON E. The feeling body: Toward an enactive approach to emotion//OVERTON W F, MULLER U, NEWMAN J L. *Developmental perspectives on embodiment and consciousness*. Mahwah, NJ: Erlbaum. 2008: 45-68.

DAMASIO A. *Looking for Spinoza: Joy, sorrow, and the human brain*. Orlando, FL: Harcourt Brace, 2003.

DEHAENE S. A few steps toward a science of mental life. *Mind, Brain, and Education*, 2007, 1: 28-47.

DENNETT D C. *Consciousness explained*. Cambridge, MA: Bradford/MIT Press, 1991.

DENNETT D C. *Sweet dreams: Philosophical obstacles to a science of consciousness*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

DE PREESTER H. Naturalism and transcendentalism in the naturalization of phenomenology. *New Ideas in Psychology*, 2006, 24: 41-62.

DESCARTES R. *OEuvres de Descartes* (Edition de Charles Adam et Paul Tannery). Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1996. (Original work published in 1641)

FERRARI M, PINARD A, RUNIONS K. Piaget'S framework for a scientific study of consciousness. *Human Development*, 2001, 44: 195-213.

FISCHER K W, BIDELL T R. Dynamic development of action, thought, and emotion//LERNER R M. *Handbook of child psychology. Theoretical models of human development*. New York: Wiley, 2006: 313-399.

FOUCAULT M. *The hermeneutics of the subject: Lectures at the College de France*. New York: Palgrave Macmillan, 2004: 1981-1982.

GANIS G, THOMPSON W L, KOSSLYN S M. Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: an fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 2004, 20: 226-241.

GASSENDI P. *Fifth set of objections to Descartes' Meditations. Volume VII in OEuvres de Descartes* (Edition de Charles Adam & Paul Tannery). Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1996.

GAZZANIGA M S. Forty-five years of split-brain research and still goingstrong.

Nature Reviews Neuroscience, 2005, 6: 653-659.

GUZELDERE G. The many faces of consciousness: Afield guide//BLOCK N, FLANAGAN O, GUZELDEREG. *The nature of consciousness: Philosophical debates*. Cambridge, MA: Bradford/MIT Press, 1997: 1-67.

JOHNSON M. *The meaning of the body: Aesthetics of human understanding*. Chicago: University of Chicago Press, 2007.

JOHNSON M. The meaning of the body. OVERTON W F, MULLER U, NEWMAN G L. *Developmental perspectives on embodiment and consciousness*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2008: 19-43.

KOSSLYN S M, PASCUAL-LEONE A, FELICIAN O, CAMPOSANO S. et al. The role of area 17 in visual imagery: Convergent evidence from PET and RTMS. *Science*, 1991, 284: 167-170.

LEWIS M D. The promise of dynamic systems approaches for an integrated account of human development. *Child Development*, 2000, 71: 36-43.

LEWIS M D. Bridging emotion theory and neurobiology through dynamic systems modeling (target article). *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28: 169-245.

McGINN C. *The problem of consciousness: Essays toward a resolution*. Oxford; Cambridge, MA: Blackwell, 1991.

McGINN C. Can we ever understand consciousness. *New York Review of Books*, 1999: 44.

McKEOUGH A, GRIFFITHS S. Adolescent narrative thought: Developmental and neurological evidence in support of a central social structure. //FERRARI M, VULETIC L. *The developmental interplay of mind, brain and education: Essays in honor of Robbie Case*. Amsterdam: Springer.

MULLER U, NEWMAN J L. The body in action: Perspectives on embodiment and development//OVERTON W F, MULLER U, NEWMAN G L, *Developmental perspectives on embodiment and consciousness*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2008: 313-342.

NAGEL T. What is it like to be a bat. *Philosophical Review*, 1974, 83: 435-450.

OATLEY K. Narrative modes of consciousness and selfhood//ZELAZO P D, MOSCOVITCH M, THOMPSON E. *The Cambridge handbook of consciousness*. New York: Cambridge University Press, 2007: 375-402.

PASCUAL-LEONE J. An essay on wisdom: Toward organismic processes that make it possible// STERNBERG R J. *Wisdom: Its nature, origins, and development*. New York: Cambridge University Press, 1990: 244-278.

PASCUAL-LEONE J. Mental attention, consciousness, and the progressive e-

mergence of wisdom. *Journal of Adult Development*,2000,7:241-254.

PIAGET J. *Recherche*. Lausanne: La Concorde,1918.

PIAGET J. L'Immanence//PIAGET J,DE LA HARPE J. *Deux types d'attitudes religieuses: Immanence et Transcendance*. Editions de l'association Chretienne d'Etudiants de Suisse Romande. Depot central: Labora Geneve,1928:7-40.

PIAGET J. *Immanentisme et foi religieuse*. Geneve: Librarie H. Robert, 1930.

PIAGET J. Le probleme neurologique de l'interiorisation des actions en operations reversibles. *Archives de Psychologie*,1949,32:241-258.

PIAGET J. *Introduction a l'épistémologie génétique: Tome* 1. *La pensée mathematique*. Paris: Presses Universitaires de France,1950a.

PIAGET J. *Introduction a l'épistémologie génétique: Tome* 2. *La pensée mathematique*. Paris: Presses Universitaires de France,1950b.

PIAGET J. *Introduction a l'épistémologie génétique: Tome* 3. *La pensée mathematique*. Paris: Presses Universitaires de France,1950c.

PIAGET J. The *problem of consciousness* in child psychology: Developmental changes in awareness//ABRAMSON H A. Problems of consciousness. New York: Josiah Macy Jr. Foundation,1954:136-177.

PIAGET J. Les explications psychologiques et le probleme du parallelism psycho physiologique//PIAGET J, FRAISSE P,REUCHLIN M. *Traite depsychologie experimentale. Histoire et methode*. Paris: Presses Universitaires de France,1970a:131-170.

PIAGET J. *Épipistémologie des sciences de l'homme*. Paris: Gallimard,1970b.

PIAGET J. *Biology and knowledge*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1971. (Original work published in 1967)

PIAGET J. A quelle image de l'homme conduit la psychologie?: Le professeur Piaget repond. *Etudes et Carrieres: Revue d'information Professionnele Universitaire*,6-7,1971:60-61.

PIAGET J. *La prise de conscience*. Paris: Presses Universitaires de France, 1974a.

PIAGET J. *Réussir et comprendre*. Paris: Presses Universitaires de France, 1974b.

PIAGET J. *Intelligence and affectivity*. Palo Alto, CA: Annual Reviews, Inc, 1981.

PIAGET J. *Studies in reflecting abstraction*. Hove: Psychology Press,2001.

PIAGET J, GARCIA R. *Toward a logic of meaning*. Hillsdale, NJ: Erlbaum,

1991.

POPPER K R. *Knowledge and the body-mind problem: In defense of interaction*. New York: Routledge,1994.

ROY J M, PETITOT J, PACHOUD B,VARELA F. Beyond the gap: An introduction to naturalizing phenomenology//PETITOT J, VARELA F J, PACHOUD B, ROY J M. *Naturalizing phenomenology: Issues in contemporary phenomenology and cognitive science*. Stanford, CA: Stanford University Press,1999:1-80.

SEARLE J R. *Mind, language and society: Philosophy in the real world*. New York: Basic Books,1998.

SEARLE J R. *Mind: A brief introduction*. New York: Oxford University Press, 2004.

SMITH L. Epistemological principles for developmental psychology in Frege and Piaget. *New Ideas in Psychology*,1999,17:83-117.

SMITH L. Eight good questions for developmental epistemology and psychology. *New Ideas in Psychology*,1999,17:137-147.

SPERRY R. Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*,1984,22:661-673.

STAUDINGER U M, Dörner J, MICKLER C. Wisdom and personality// STERNBERG R J, JORDAN J. *A handbook of wisdom: Psychological perspectives*. New York: Cambridge University Press,2005:191-219.

TAYLOR C. What is involved in a genetic psychology? //TAYLOR C. *Human agency and language*. New York: Cambridge University Press,1985,139-163.

TAYLOR C. *Sources of the self: The making of modern identity*. New Haven, CT: Yale University Press,1989.

THOMPSON E. *Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of the mind*. Cambridge, MA: Belknap Press/Harvard University Press,2007.

TUCKER D M. *Mind from body: Experience from neural structure*. New York: Oxford University Press,2007.

TYE M. Philosophical problems of consciousness//VELMANS M,SCHNEIDER S. The Blackwell companion to consciousness. Oxford: Blackwell. 2007:23-35.

VARELA F J, THOMPSON E,ROSCH E. *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press,1991.

VELMANS M,SCHNEIDER S. *The Blackwell companion to consciousness*. Oxford: Blackwell,2007

VONECHE J. Action as the solution to the mind-body problem in Piaget's theo-

ry//OVERTON W F, MULLER U, NEWMAN J L. *Developmental perspectives on embodiment and consciousness*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2008: 69-98.

ZELAZO P D, GAO H H, TODD R. The development of consciousness// ZELAZO P D, MOSCOVITCH M, THOMPSON E. *The Cambridge handbook of consciousness*. New York: Cambridge University Press, 2007: 405-432.

ZELAZO P D, MOSCOVITCH M, THOMPSON E. *The Cambridge handbook of consciousness*. New York: Cambridge University Press, 2007.

译者简介

蔡　丹　上海师范大学教育学院心理学系教授
陈　巍　绍兴大学教师教育学院教授
丁　芳　苏州大学教育学院心理学系教授
傅丽萍　贵州师范大学心理学院副教授
蒋　柯　温州医科大学精神医学学院教授
李其维　华东师范大学心理与认知科学学院终身教授
李小诺　上海音乐学院音乐学系研究员
林　敏　福州大学人文学院应用心理学系讲师
陆有铨　中国著名教育学家,华东师范大学终身教授
吴国宏　复旦大学社会发展与公共政策学院心理学系副教授
徐献军　同济大学人文学院心理学系教授